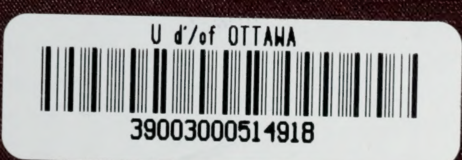
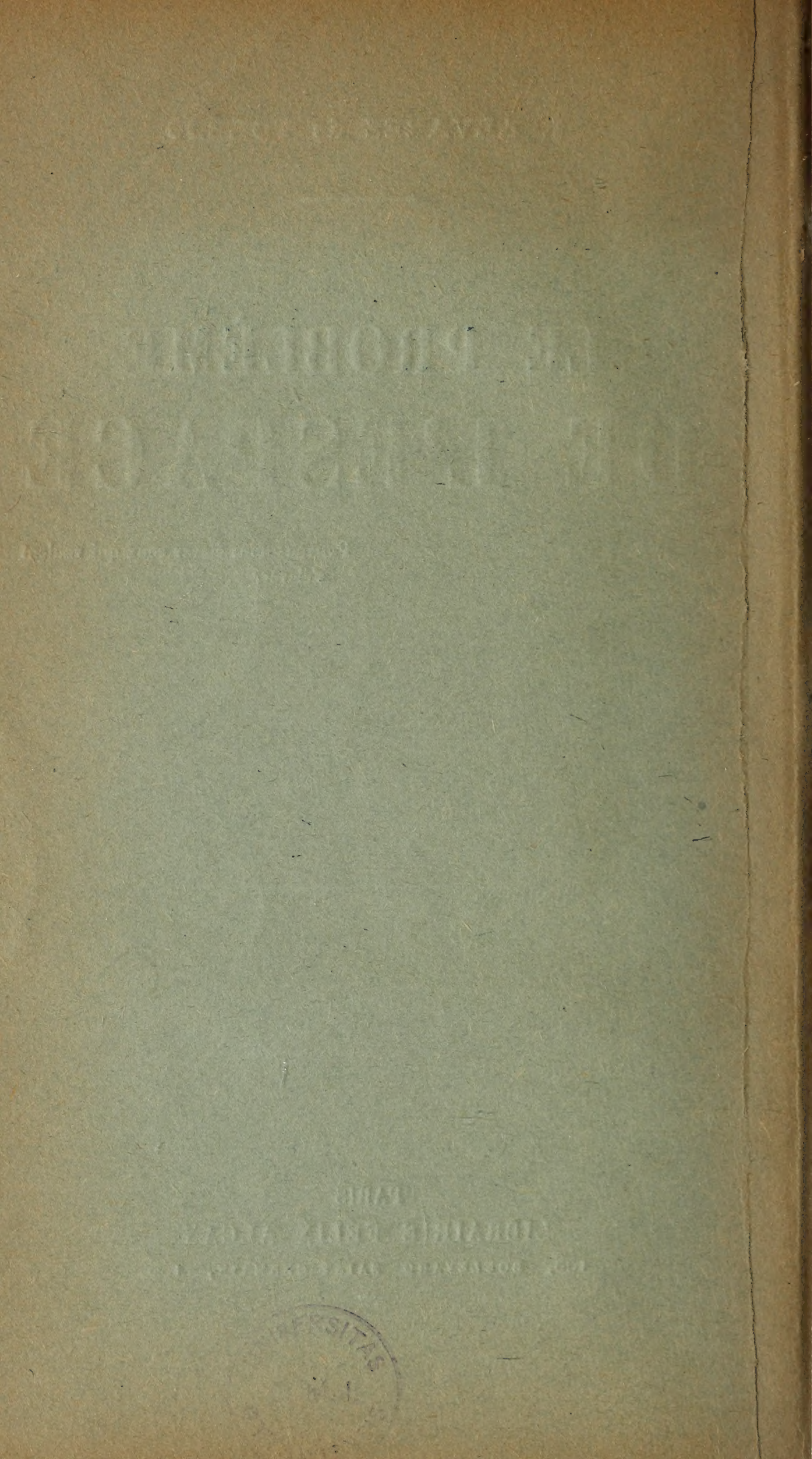


I. ALVAREZ de TOLEDO

LE PROBLÈME DE L'ESPACE

Pouvons-nous élever ceux qui veulent s'élever?

PARIS
LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108


VERSITAS

LE PROBLÈME DE L'ESPACE



I. ALVAREZ de TOLEDO

LE PROBLÈME DE L'ESPACE

Pouvons-nous élever ceux qui veulent s'élever?

PARIS
LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1920

A ÉLIE DE CYON

Au Penseur,

Au Savant,

A l'Ami de trop peu de jours.

ERRATA

Pages	lignes	au lieu de	lire
14	9	et poser	et de poser
19	23	F_1B	FB
21	28	situé	située
25	9	euclidiennes	euclidienne
—	27	inférieur	inférieure
26	22	noneuclidienne	non euclidienne
50	30	électricité contraire	électricité de noms contraires
54	26	tétraède	tétraèdre
59	23	formé	formés
60	25	la	le
62	3	nous pouvons	nous ne pouvons
76	dernière	exiguité	exigüité
86	12	dexx	deux
—	27	produits	produit
98	7	Rotations	Rotation
151	16	présicion	précision
190	14	à l'égard de	à l'égard
—	24	et celle	et de celle
245	15	muri	mûri
246	24	une place plus inférieure	une place inférieure
256	13	notre	nôtre
—	14	voix	voie
—	16	ni voulant	ni ne voulant
257	23	instuition	intuition
260	29	tout	tous
261	8	il	ils

PRÉFACE

Un enchaînement de pensées et de recherches dirigées vers une idée unique que je pourrais aujourd'hui rendre en ces termes : « Qu'est-ce qui nous empêche d'atteindre la quatrième dimension de l'Espace ? » m'avait conduit à l'étude des Géométries non euclidiennes, au cours de l'année 1911.

Cette étude était toute nouvelle pour moi, ne m'étant jamais consacré aux sciences géométriques, mais après avoir courageusement abordé cette tâche, je m'y étais assez vite familiarisé et étais ainsi parvenu à me faire une idée très claire de ces Géométries non euclidiennes. Mes conclusions avaient été les suivantes :

1° On peut toujours construire une Géométrie parfaitement cohérente et parfaitement autonome sans recourir pour cela aux Postulats d'Euclide.

2° Toute Géométrie ainsi établie ne saurait toutefois répondre à notre système puisque les seuls raisonnements euclidiens peuvent être faits sur des figures que nous pourrons toujours construire et qui seront par conséquent rendus de la sorte tangibles.

3° S'il en est ainsi c'est que la seule Géométrie d'Euclide correspond à notre droite et au système

des coordonnées rectangulaires de Descartes, et si nous ne parvenons à la quatrième dimension c'est que nos organes actuels ne nous permettent pas de franchir un espace à plus de trois dimensions.

J'en étais donc arrivé à ce point d'arrêt lorsque le *hasard* fit tomber entre mes mains le dernier numéro de la *Revue Scientifique*. Je souligne le mot hasard car c'était la première fois que je lisais la *Revue Scientifique*.

Je fus aussitôt frappé par le titre d'une préface que publiait la *Revue* de ce jour, extraite d'un livre qui venait de paraître, intitulé : *L'oreille, organe d'orientation dans le Temps et dans l'espace*, par Elie de Cyon... La lecture de ces quelques pages m'éblouit, car les conclusions exclusivement intuitives de mes recherches géométriques trouvaient là tout à coup leur base physiologique. Je m'empressai de me procurer l'ouvrage de M. de Cyon dont, je l'avoue sans honte, j'ignorais l'existence, et je me plongeai dans l'étude de l'oreille, organe d'orientation dans le Temps et dans l'Espace. Si nous ne percevons que trois directions de l'Espace c'est que notre oreille est douée de trois paires de canaux semi-circulaires qui constituent précisément le véritable organe dans l'Espace. Voilà ce que m'apprenait le livre de M. de Cyon. J'éprouvai aussitôt le désir de faire part à l'auteur de la joie que ses travaux m'avaient procurée, et j'écrivis à M. Floury, l'éditeur bien connu qui est mon libraire habituel, de m'avoir l'adresse du docteur Elie de Cyon. La réponse ne se fit pas attendre et j'apprenais, après quelques jours, que le physiologiste habitait 4, avenue Alphand, à Paris.

J'écris donc au savant une longue lettre dans laquelle je lui rends compte de mes recherches, lui faisant part de mes conclusions à la suite d'une étude des Géométries euclidiennes et non euclidiennes. Je terminais la lettre en lui exprimant ma joie et la reconnaissance qui lui était due pour avoir apporté à mon intuition la certitude physiologique ; et, puisque le problème de l'Espace se réduit à une question d'organes appropriés, je formulais l'espoir que le jour viendrait où notre organe s'élargissant, s'amplifiant, permettrait à notre horizon spatial de reculer ses limites actuelles. Je cite la dernière phrase de ma lettre qui est, d'ailleurs, la seule dont j'aie gardé le souvenir : « L'être nouveau sera aussi différent de nous que nous sommes différents de l'homme quaternaire ».

C'est au Mont Dore où j'étais allé soigner une assez longue affection des bronches, que je reçus la réponse de de Cyon plusieurs semaines après lui avoir adressé ma lettre. Il m'écrivait de Baden-Baden où il se trouvait de passage, et s'étonnait qu'il y eut quelqu'un qui s'intéressât avec passion au problème de l'Espace. Il m'en félicitait et me conseillait de lire dans son livre *Dieu et Science*, chez Alcan, les chapitre 2 et 3 qui traitent la question du point de vue philosophique et me demandait fort aimablement de l'aller voir dès mon retour à Paris.

Je lus *Dieu et Science*, je repensai au problème qui m'a toujours passionné et je construisis dans mon cerveau l'ouvrage que j'écris aujourd'hui, après sept années de réflexion et de concentration.

Ce n'est qu'au printemps 1912 que je revins à Paris, et mon premier désir était de faire la connaissance de l'illustre physiologiste. Il me fixa aussitôt un rendez-vous, et je me présentai 4, avenue Alphand.

Je fus introduit dans une pièce sombre où m'attendait, assis dans un grand fauteuil, Elie de Cyon. J'étais très ému. Ce n'était pas seulement du fait de me trouver en face d'un savant dont toute la vie avait été consacrée à l'étude de problèmes que je n'avais, après tout, qu'effleurés, ce n'était pas non plus par cette sorte de sensation spéciale qu'éprouvent certaines natures au moment où elles sont mises au contact d'êtres nouveaux auxquels elles ont beaucoup pensé, auxquels elles se sentent déjà attachées par mille liens quoique elles ne les aient encore jamais vus. J'éprouvais d'une façon indéfinissable — et dont j'ai aujourd'hui une idée beaucoup plus nette — tout ce que je portais de si lourd en moi qui allait peut être éclore un jour, et qui n'avait encore jamais vibré auprès d'aucun être au monde.,. Qu'allais-je trouver en ce vieillard que je distinguais mal dans la pénombre de la pièce ?

« Si jeune et déjà vous vous occupez de l'Espace ? »

Telles furent ses paroles de bienvenue. Un front clair, une parole claire, des idées claires. Des yeux fiévreux, des mains fiévreuses : il avait toujours la fièvre. Une maladie de cœur très avancée mettait sa vie en danger, pour ainsi dire à chaque minute de son existence, et il avait étudié tant de cœurs !... Il me parla de ses travaux, surtout de l'oreille et des

nerfs du cœur, de sa vie politique en Russie (il est après le publiciste russe Katkoff le premier artisan de l'entente franco-russe), de ses voyages, de ses idées sur la politique. Il me donna au moment de partir plusieurs de ses ouvrages. Telle fut notre première rencontre durant laquelle j'avais peu parlé.

Avant mon départ pour l'été je voulus revoir mon ami. Ce jour-là je fus plus loquace, et, profitant d'un de ces moments de courage héroïque, je lui dis, en plongeant mon regard dans le sien : « Maître, vous avez démontré que les trois paires de canaux semi-circulaires de l'oreille nous permettent de recevoir les sensations provenant des trois directions de l'Espace, et que ces sensations servent chez l'homme à la formation de la représentation d'un espace à trois dimensions. Si un être possédait un quatrième canal semi-circulaire il posséderait aussi le quatrième espace ? »

De Cyon me répondit, et je cite textuellement ses paroles : « Ceci n'est plus de la Science, c'est du Spiritisme : n'oubliez pas que Riemann a voulu s'attaquer à ce problème et qu'il est devenu fou. »

Et je gardai en moi ma pensée...

Ce jour-là de Cyon me parla d'un ouvrage qui devait être, disait-il, la dernière pierre de son édifice. Il avait écrit *Dieu et Science*; il voulait écrire *Le Retour à Dieu par la Science*, car il ne voyait pas ce qui pouvait séparer Dieu de la Science. Pour terminer l'œuvre ultime à laquelle il avait déjà longuement travaillé, il cherchait le refuge où sa pensée aurait pu trouver un cadre de silence et de beauté...

Je réfléchis un instant et lui dis : « Je connais un endroit pour vous accueillir : c'est le Mont Cassin. » Cette vision parut le toucher profondément. Il m'objecta son état de santé qui rendait un aussi long voyage dangereux, et que l'entrée du couvent, à cause de la sévérité de la clôture, lui eut été sans doute interdite... Je le rassurai sur la question du voyage qu'il pouvait accomplir par étapes, lui promis que je me serais chargé de régler la question de sa retraite avec le Père Abbé du Mont Cassin et qu'il y aurait trouvé un accueil excellent.

Je partais justement pour l'Italie, et, possédant une propriété entre Naples et Rome peu distante du Mont Cassin, il m'était facile de tout arranger avec les Bénédictins en vue de ce séjour. Cette perspective semblait beaucoup émouvoir le savant, et avant de me quitter ce jour-là, il voulut me faire communier avec la chose qui lui était peut-être la plus chère... Il me fit traverser son vaste appartement qu'il était seul à habiter, et me pria d'entrer dans une petite chambre remplie de fleurs et de plantes qui étaient posées au pied d'un pastel représentant une jeune fille blonde. Un prie-Dieu montrait que la méditation devant l'image était fréquente. C'était sa fille qui, après la mort de sa femme, était devenue son unique amie, son compagnon, son secrétaire et qu'il avait perdue à vingt-deux ans. J'emportai en Italie cette pieuse vision et, accomplissant ma promesse, je préparai au Mont Cassin l'accueil qu'il méritait. J'en fis part à de Cyon qui s'habitua peu à peu à l'idée du départ, et, ainsi que je le lui avais conseillé, il s'achemina vers sa retraite finale. Il

s'arrêta d'abord en Suisse, puis à Bologne. C'est là que je lui écrivis que j'attendais impatiemment sa venue, que j'aurais été au devant de lui à Rome, et qu'après le repos nécessaire nous aurions pris tous deux le chemin du Mont Cassin qui devait être le lieu où, ainsi qu'il le disait lui-même, après avoir terminé son œuvre terrestre, il devait mourir. Je l'attendais dans ma propriété des Abruzzes lorsqu'un matin je lus sur le dernier journal venu de France : « On nous annonce de Bologne où il se trouvait depuis quelques jours de passage la mort du docteur Elie de Cyon, etc. »

J'éprouvai un chagrin profond. Il était mort au moment d'atteindre ce monastère où je le voyais si bien... Je savais qu'il avait un fils à qui je télégraphiai ma peine : je n'ai jamais reçu de réponse ; et, dans mon cœur, je fermai la parenthèse « de Cyon ». Je n'ai jamais plus rien su de lui, et j'ai en vain cherché dans un journal, dans une revue, une seule ligne qui parlât de son œuvre qui était pourtant considérable... Et en rentrant à Paris je suis allé sur la tombe du cimetière Montparnasse où son corps repose auprès de celui de sa jeune fille qu'il avait tant aimée.

Que cet ouvrage que je lui dédie soit un hommage de reconnaissance et de fidélité.

I.-A. de T.

LE PROBLÈME DE L'ESPACE

Quelques pensées pouvant servir d'introduction au problème de l'Espace tel que je l'ai conçu.

Ma conception de l'Espace est très simple : pour moi il est tout ce qui est.

Je me souviens qu'un grand écrivain de nos jours à qui j'avais annoncé, il y a quelques années, que je préparais un ouvrage sur l'Espace m'avait déclaré : « Ah ! tu écris un livre sur l'Espace ! j'espère que tu commenceras par le nier ! »

Je ne répondis pas, car cela n'avait pour moi aucun sens. (Qu'il me pardonne si un jour ces lignes tombent sous ses yeux). Je ne puis, en effet, nier ce qui existe, et puisqu'un point A et un point B existent, l'Espace doit exister. Il en va de ma raison. Mais, m'objectera-t-on aussitôt, Dieu est ce qui est, alors, pour vous, Dieu et l'Espace ne sont qu'une seule et même chose ?

Dieu est ce qui est et sera ; l'Espace n'est que ce qui est. L'Espace peut être aujourd'hui ce qu'il ne sera pas demain ; Dieu, ce qu'Il est aujourd'hui, le sera demain comme Il l'a été de tous les temps. L'Espace est constitué de tout ce que Dieu a créé, il est tout le Créé, Dieu est le Créateur de tout. En chaque partie du tout Dieu réside, et ce qui réside

dans chaque partie réside dans le tout, et puisque chaque partie porte en elle le reflet de Dieu, puisque le tout est composé de ses parties, puisque l'Espace est le tout, Dieu est l'Espace comme l'Espace est en Dieu avec cette différence, que Dieu peut à chaque instant modifier la nature de l'Espace, tandis que l'Espace ne pourra jamais modifier la nature de Dieu. Or, si l'Espace est tout ce qui est, Dieu, qui en est le Créateur, peut seul l'englober et le réaliser en une seconde puisqu'Il est l'Absolu, d'où il résulte que nous, qui ne sommes qu'une partie infinitésimale de l'Espace, nous ne pouvons englober et réaliser qu'une partie infinitésimale de cet Espace.

Nous devons admettre que l'échelle si vaste du tout se compose d'un nombre très grand de degrés, et que chaque degré correspond à un état. De chacun de ces degrés l'être qui correspond à cet état aura une vue propre de l'espace qui l'entoure, et, en commençant par les degrés inférieurs, nous aurons qu'à l'être occupant le premier échelon correspondra le premier état, c'est-à-dire le premier espace ; à l'être occupant le deuxième échelon correspondra le deuxième état c'est-à-dire le deuxième espace; à l'être occupant le troisième échelon correspondra le troisième état c'est-à-dire le troisième espace, et ainsi de suite jusqu'à l'être occupant l'échelon n auquel correspondra le n-ième état c'est-à-dire un nombre n d'espaces.

Or, chacun sait qu'à l'homme correspond un système lui permettant de percevoir trois directions de l'espace, c'est-à-dire un espace à trois dimensions.

Nous verrons au cours de cet ouvrage qu'il existe des animaux qui ne possèdent qu'un espace à deux dimensions, et certains autres animaux qu'un espace à une seule dimension. Pourquoi ces animaux ne perçoivent-ils que deux seules dimensions ou, selon le cas, une dimension unique? Cette question trouvera sa solution dans la deuxième partie de ce livre; mais puisque nous savons qu'il existe des exemples dans la nature d'êtres vivants doués d'un système à deux dimensions, et même à une seule dimension, qu'est-ce qui nous empêche d'admettre la possibilité de reculer les limites de notre espace, c'est-à-dire d'envisager pour nous la possibilité d'occuper le quatrième échelon auquel correspond sur notre échelle le quatrième état, c'est-à-dire un espace à quatre dimensions? La troisième partie de cet ouvrage traitera de cette question.

J'ai donc divisé mon livre en trois parties. Dans la première partie je considère les formes dans notre espace, et c'est la Géométrie. Dans la deuxième partie, je montre pour quelles raisons nous ne percevons que trois dimensions de l'Espace, et c'est la Physiologie et le domaine d'Elie de Cyon. Dans la troisième partie j'envisage la possibilité, comme je viens de l'écrire, de reculer les limites de notre espace et d'atteindre les plans supérieurs en franchissant d'autres degrés, et c'est ce que j'appelle la Science interspatiale.

Il a fallu que j'écarte dans cette troisième partie toutes les barrières qui circonscrivent habituellement le champ de nos recherches scientifiques : pour franchir le troisième espace il est indispensable de

briser bien des ponts derrière soi. Ce geste ne m'a pas ému ; ce qui m'a ému, c'est la lumière que j'apercevais parfois au fond de certaines de mes pensées, et cette lumière unique était la plus belle récompense à mon geste démolisseur. Montrer qu'un jour il n'existera pas plus de distance pour nous entre les troisième et quatrième espaces qu'il en existe actuellement entre le deuxième et le troisième, telle est mon ambition d'aujourd'hui.

Ceux qui sauront voir comme moi comprendront ; car ainsi que je l'ai écrit quelque part dans cet ouvrage : « Il existe une véritable parenté entre l'œil qui voit et la chose vue, et cette parenté est le reflet d'une autre parenté entre Dieu et la créature, entre le divin et l'humain, et c'est encore une preuve de la divinité de l'Homme. »

PREMIÈRE PARTIE

LA GÉOMÉTRIE

« ... Je fais voir de quelle façon il est véritable que la certitude même des démonstrations géométriques dépend de la connaissance de Dieu. »

DESCARTES.

CHAPITRE PREMIER

LES GÉOMÉTRIES

La Géométrie existait déjà en Egypte sous Sésostris. Hérodote nous le prouve, dans son Livre II en écrivant : Quand une inondation du Nil enlevait à quelqu'un une partie de son lot, il allait exposer à Sésostris la perte qu'il avait subie, et le roi mandait des géomètres chargés de mesurer l'étendue du dommage : de cette façon, la redevance convenue n'était payée que pour le terrain restant. »

Au grec Thalès est attribuée la valeur égale à deux droits de la somme des angles d'un triangle, de même que lui est attribuée la proportionalité des

côtés homologues dans deux triangles dont les angles homologues sont égaux respectivement.

De Grèce, la science géométrique passa de nouveau en Egypte, après s'être enrichie de tout ce que Pythagore, Platon et leurs disciples lui apportèrent ; et c'est à Euclide (320 avant J.-C.) que devait échoir la mission unique dans l'histoire de la Science de condenser les connaissances établiés jusqu'à lui et poser les bases de la Géométrie future, assises d'une façon si géniale que les siècles n'ont pu, malgré toutes les recherches des hommes les plus éminents, je ne dis pas détruire mais seulement ébranler. L'édifice euclidien, pareil au temple de pierre dure, défie le temps.

Il nous est donné de croire que les géomètres anciens connaissaient un nombre assez considérable de Postulats, d'Axiomes qui permettaient d'établir les fondations de leur science ; mais c'est Euclide qui enseigna le premier, dans l'Ecole créée par lui à Alexandrie et mise sous le patronage de Ptolémée, les Principes impérissables de la Géométrie de notre Univers.

Pour édifier son temple immortel, Euclide devait avoir recours à des pierres angulaires d'une résistance, d'une précision telles afin que la stabilité et l'équilibration du monument fussent à l'abri de toutes les attaques présentes et futures. Quelles ont été les pierres angulaires de la Géométrie de notre Planète ? Les définitions, d'abord ; les six Postulats, ensuite, qui figurent dans les Eléments d'Euclide (Livre I) de l'édition datée de 1816 de Peyrard, avec textes grec, latin et français.

Je crois nécessaire de citer quelques-unes de ces définitions, avant de passer à l'étude des Postulats.

Définition : 1° Le point est ce qui n'a pas de parties ;

2°, 3° Une ligne est une longueur sans largeur. Les extrémités de la ligne sont des points ;

4° La ligne droite est celle qui repose également sur tous ses points ;

5°, 6° Une surface est ce qui a seulement longueur et largeur. Les extrémités d'une surface sont des lignes ;

7° La surface plane est celle qui repose également sur toutes les droites qu'elle contient ;

8°, 9°, 11°, 12° Un angle rectiligne est l'inclinaison mutuelle de deux droites. Quand une droite en rencontre une autre en faisant avec celle-ci deux angles égaux de part et d'autre, chacun de ces angles s'appelle un angle droit, et la première droite est perpendiculaire à la seconde. L'angle obtus est celui qui est plus grand qu'un angle droit. L'angle aigu est celui qui est plus petit qu'un angle droit.

Du Livre II prenons cette définition :

Définition : 12° Un solide est ce qui a longueur, largeur et épaisseur. Les extrémités d'un solide sont des surfaces.

Après avoir ainsi défini les premiers éléments de la science de l'Espace (point, ligne, surface, angles, solide, etc.), Euclide nous demande que nous lui accordions les six Postulats suivants :

1° Qu'il soit demandé de mener de tout point à tout point une ligne droite ;

2° Qu'il soit demandé de prolonger en ligne droite et en continuité une ligne droite limitée ;

3° Qu'il soit demandé de décrire un cercle de tout centre et de tout rayon ;

4° Qu'il soit demandé que tous les angles droits soient égaux entre eux;

5° Qu'il soit demandé que si une droite rencontrant deux droites situées dans un même plan fait d'un même côté des angles intérieurs dont la somme soit moindre que deux droits, les deux droites prolongées indéfiniment se rencontrent du côté où la somme est inférieure à deux droits ;

6° Qu'il soit demandé que deux droites ne contiennent pas d'espace.

Ces Postulats étaient à peine éclos du cerveau du grand penseur que déjà les géomètres grecs cherchaient à les attaquer et ces postulats devinrent bientôt l'objet de discussions à Athènes aussi bien qu'à Alexandrie où Euclide les avait enseignés au grand air, devant ses disciples. Proclus, philosophe de l'Ecole platonicienne, qui a, le premier, commenté l'œuvre du Géomètre grec, nous parle de Posidonius, Geminus, Tolomeus et de leurs recherches. C'est surtout le postulat 5 qui est attaqué, car il constitue la base même de la Géométrie d'Euclide et à la démonstration duquel tous les géomètres anciens et modernes se sont efforcés de parvenir. Plus tard, les Arabes (Nazir Eddin entre autres) puis les savants de la Renaissance reprenant les commentaires de Proclus s'adonnèrent à la question des parallèles.

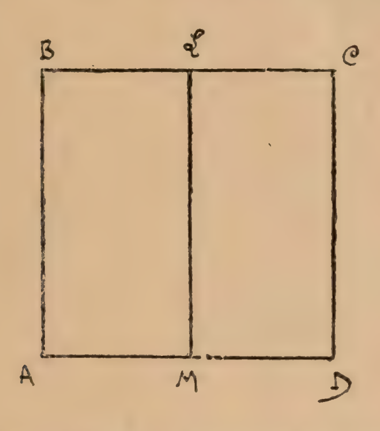
Mais qu'adviendrait-il si le fameux postulat 5 d'Euclide n'était pas vrai ? Et si on l'écartait tout simplement ?

Ces deux hypothèses germées dans l'esprit de trois géomètres des XVIIe et XVIIIe siècles ont ouvert de nouveaux horizons et préparaient le chemin que devaient suivre après eux trois autres géomètres éminents : Bolyai, Lobatschewsky et Riemann.

Ces précurseurs se nommaient Gerolamo Saccheri (1667-1703), Lambert (1728-1777), Taurinus (1794-1874).

C'est au jésuite Saccheri que revient le mérite d'avoir considéré le premier, dans son *Euclides ab omni nœvo vindicatus*, un quadrilatère birectangle isocèle en faisant remarquer que l'on peut présenter trois hypothèses sur les angles dont la grandeur n'a pas été indiquée : ces angles peuvent être droits, aigus ou obtus. Le théorème génial de Gerolamo Saccheri contient les bases des trois géométries actuelles : la géométrie euclidienne, la géométrie lobatschewskienne, la géométrie riemannienne, qui sont respectivement les géométries des angles droit, aigu et obtus.

Soit en effet le quadrilatère birectangle ABCD dont les angles adjacents A et D sont droits et dont



les côtés AB et DC sont perpendiculaires sur AD et égaux. La droite L M qui joint les points L et M de BC et de AD sera également perpendiculaire à ces droites, et les angles B et C au sommet sont égaux. Saccheri nous dit qu'ils peuvent être droits, aigus ou obtus, et si l'hypothèse de l'angle droit, aigu ou obtus est réalisée dans un seul cas elle doit l'être également dans les autres cas, et que, par conséquent, la somme des angles d'un triangle est res-

pectivement égale, inférieure ou supérieure à deux droits.

Lambert suit le chemin tracé par le jésuite italien et enseigne que dans l'hypothèse de l'angle aigu « l'aire d'un triangle est proportionnelle à la différence entre deux droits et la somme de ses angles. »

Nous arrivons à Lobatschewsky sans oublier les travaux de Gauss qui ne les a fait connaître que très tard, car il craignait « les clameurs des Béotiens », ainsi qu'il le dit lui-même dans une lettre adressée à Bessel, datée du 27 janvier 1829 ; ceux de Jean Bolyai publiés sur l'instigation de son père sous le titre *Appendix scientiam Spatii absolute veram exhibens* (1832). Les propositions qui forment sa Science absolue de l'Espace ne sont pas basées, remarquons-le, sur le Postulatum 5 d'Euclide. En achevant son Appendix, Bolyai nous présente ce dilemne : ou l'axiome d'Euclide est vrai ou la quadrature du cercle est possible, et il nous construit un cercle équivalent à un carré.

Mais nous venons de dire que Saccheri avait envisagé trois hypothèses : celle de l'angle droit, celle de l'angle aigu, celle de l'angle obtus.

Hypothèse de l'angle droit.

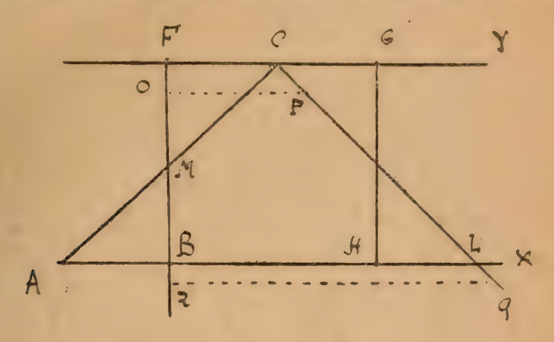
Etudions la première hypothèse sur laquelle est fondée la Géométrie euclidienne. Rappelons à ce propos les postulats 5 et 6 du géomètre grec.

Postulat 5. Qu'il soit demandé que si une droite rencontrant deux droites situées dans un même plan fait d'un même côté des angles intérieurs dont la somme soit moindre que deux droits, les deux droites

prolongées indéfiniment se rencontrent du côté où la somme est inférieure à deux droits.

Postulat 6. Qu'il soit demandé que deux droites ne contiennent pas d'espace.

Soient en effet les droites AX, CY faisant avec la sécante AC, les angles intérieurs du même côté XAC, YCA dont la somme égale deux droits : la perpendiculaire MB abaissée du milieu M de AC



sur AX a pour prolongement MF qui est également perpendiculaire sur CY et toute ligne perpendiculaire GH tirée sur AX d'un point G de CY est constamment égale à FB.

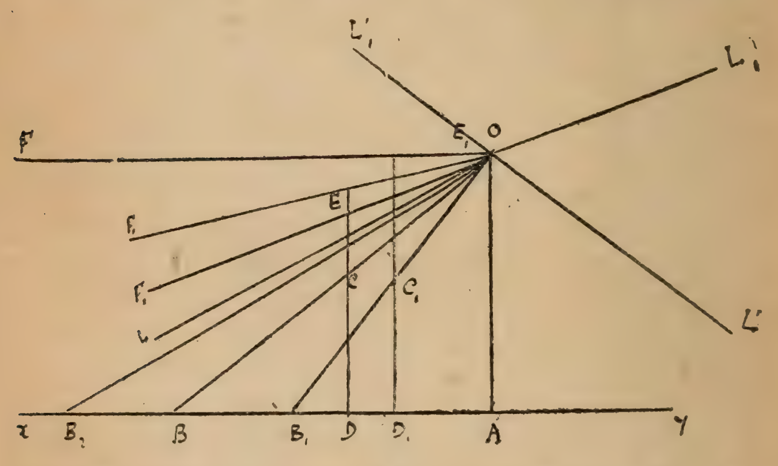
Par un point donné C hors de AX on ne peut mener qu'un seul couple de lignes GH et CY et celles-ci ne sauraient rencontrer AX. Au contraire, toute ligne CL située dans l'angle ACY (c'est-à-dire en sorte que cette ligne CL et AX fassent avec A C d'un même côté des angles intérieurs de somme inférieure à deux droits) doit nécessairement rencontrer AX. Prenons, en effet, sur la droite CL une longueur quelconque CPL et tirons PO perpendiculaire sur BF. Si FO est supérieure ou au moins égale à $\frac{1}{n}$ F, B, il suffira de prendre le long de CL la ligne CQ égale à nCP, et d'abaisser ensuite QZ perpendiculaire sur FB. FZ est égale à nFO, c'est-

à-dire supérieure ou au moins égale à FB, par suite Q est de l'autre côté de AX par rapport à C à moins qu'il ne se trouve sur AX. En tous cas CQ rencontre AX en L, et c'est ce qu'il fallait démontrer.

Hypothèse de l'angle aigu.
Géométrie lobatschewskienne.

Cette hypothèse entraîne le rejet du postulat 5 et l'admission du postulat 6. Nous allons pour le prouver suivre la méthode employée par Lobatschewsky lui-même et voir les diverses positions que des droites partant d'un point O, peuvent occuper par rapport à une droite XY.

Soient OA et OB respectivement perpendiculaire et oblique à XY : du point C milieu de OB, tirons



CD perpendiculaire sur XY et prolongeons BC de CE égale à DC : la droite déterminée OEF joignant les points O, E, est également perpendiculaire sur DE. Autrement dit, à toute sécante OB on peut faire correspondre une droite OF, possédant avec X

Y une perpendiculaire commune OP, et réciproquement, à toute ligne genre OF ou ayant avec XY une perpendiculaire commune E D, on peut faire correspondre une sécante OB et une seulement, sécante obtenue en joignant O au milieu C de ED, et prolongeant OC d'une longueur égale CB. Nous obtenons deux genres de droites passant par O. Comparons-les. Le premier genre nous donne autant de sécantes qu'il existe de points B sur XY, ces sécantes sont toutes distinctes. Egalement distinctes sont toutes les sécantes du deuxième genre, car si O EF et O E_1F_1 se confondaient elles donneraient nécessairement naissance à un quadrilatère DEE_1D_1 qui aurait ses quatre angles droits. De même, si une droite du second genre se confondait avec une du premier, elle donnerait nécessairement naissance à un triangle dont la somme dépasserait deux droits. D'où il résulte qu'indéfini est le nombre de non-sécantes dont est formé le second genre.

Mais qu'est-ce qui sépare les deux genres ? Partant de la sécante OB_1, et de la non-sécante correspondante OE_1F_1. Sur B_1X portons B_1B_2 égale à O B_1. Traçons ensuite la non-sécante O E_2 F_2 correspondante de l'oblique OB_2, la somme des angles du triangle isocèle OB_1B_2 est moindre que deux droits et l'on peut en déduire que les angles égaux B_1O B_2 et B_2OF_2 sont inférieurs à la moitié de l'angle B_1OF_1 (OF_2 est situé dans l'angle B_2OF_1). Autrement dit, $B_2OA > B_1OA$, $F_2OA < F_1OA$, B_2O $F_2 < \frac{OB_1A}{2}$. Si nous construisons à partir de OB_2 une oblique OB_2 et une non-sécante OE_3F_3, nous obtiendrons comme pour OB_1, les inégalités : $B_3OA > B_2OA$ $F_3OA < F_2OA$, $B_3OF_3 < \frac{OB_1A}{2^2}$.

Si nous appliquons un nombre n de constructions

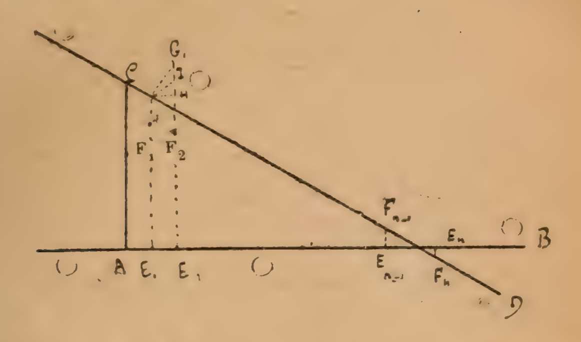
identiques nous obtiendrons n sécantes et n non-sécantes. Nous aurons alors construit : 1° des sécantes OB_1, OB_2, OB_3..... OB_n, faisant avec OA des angles aigus croissants ; 2° des non-sécantes OF_1, OF_2, OF_3... OF_n, faisant avec OA des angles aigus décroissants. Remarquons que OB_n est la bissectrice de l'angle $B_{n-1}OF_n$, et par conséquent les angles de la seconde suite sont plus grands que ceux de la première, et B_nOF_n est inférieur à $\frac{OB_1A}{2^{n-1}}$. En d'autres termes et pour résumer, nous pouvons dire qu'un angle aigu α indépendant de OB est la limite commune de tous ces angles. La droite OL faisant avec OA l'angle LOA égal à α sert de limite commune aux sécants et aux non-sécants sans appartenir toutefois ni à un genre ni à un autre. Cet angle-limite α correspondant à OA est désigné par Lobatschewsxy sous le nom d'*angle de parallélisme*, ce géomètre considérant la droite OL parallèle à XY. Il y a donc une seconde parallèle OL^1 symétrique de OL par rapport à OA, et les droites indéfinies LOL_1, $L^1OL^1{}_1$, forment quatre angles dos à dos opposés : LOL^1 et $L_1OL^1{}_1$ limitent la région des sécants à XY, tandis que $LOL^1{}_1$, et L^1OL, constituent celles des non-sécantes. Ces conclusions entraînent, on le voit, le rejet du postulat 5 d'Euclide.

Hypothèse de l'angle obtus=Géométrie Riemannienne. Admission du postulat 5 d'Euclide, rejet du postulat 6.

Admission au Postulat 5. — Deux droites quelconques du plan sont sécantes.

Prenons les droites AB et CD. D'un point C de la deuxième tirons la perpendiculaire CA. Si l'angle

ACD n'est pas droit, nous pouvons le supposer aigu. Prenons sur CD différents points F_1, F_2, F_3, ... F_n dont les projections E_1, E_2. E_3 ...E_n déterminent sur AB à partir du point A des segments égaux. Les angles CF_1E_1, CF_2E_2, etc sont tous obtus, et les projetantes F_1E_1, F_2E_2, etc., sont toutes décroissantes. Prenons sur E_2F_2 les longueurs E_2G^1 égale à AC,



E_2H_2 égale à E_1F_1. Traçons ensuite F_1G_1, F_1H_1, puis la bissectrice F_1I_1 de l'angle $F_2F_1G_1$. La somme des angles ACF_2 et E_2F_2C est supérieure à deux droits et le second angle E_2F_2C est inférieur au premier, et de ce fait, F_1G_1 est moindre que F_1F_2, et I_1G_1 est moindre que I_1F_2. L'angle $H_1F_1F_2$ est plus grand que l'angle $F_1G_1H_1$ dont G_1H_1 est inférieure à H_1F_2.

D'où : $AC - E_1F_1 < E_1F_1 - E_2F_2$.

Nommons l la différence entre AC et E_1F_1. Nous aurons :

$E_1F_1 = AC - l$.

$E_2F_2 < AC - 2l$.

Et en poursuivant jusqu'à n.

$E_nF_n < AC - nl$.

Soit γ une longueur donnée aussi petite que nous voudrons, inférieure ou tout au plus égale à l; n étant pris de façon à ce que $AC - (n - 1)\, l$ soit plus petite que γ, la perpendiculaire E_nF_n ne peut pas

rencontrer CD au-dessus de AB puisque sa longueur, moindre que $\gamma - l$ serait négative.

Donc AB et CD se coupent entre E_{n-1} et E_n, à moins que ce ne soit en l'un de ces deux points.

Rejet du postulat 6. — Deux droites quelconques renferment un espace.

D'après ce que nous venons d'exposer deux droites AB et CD, perpendiculaires à une troisième ont un point commun O. Les propriétés de la congruence sont valables pour le plan dans sa totalité, ces droites ont donc un second point qui leur est commun O'. Si, prenant le point O comme centre, nous traçons une circonférence qui les coupera au point *a* et *b*, et partageons l'arc *ab* en *n* parties égales ; les droites joignant O à ces points de division viennent se couper de nouveau au point O′ quel que soit *n* Il y a plus : si nous prenons sur la circonférence des arcs successifs *bc*, *ed*,... égaux à *ab* et les décomposons comme ci-dessus, toutes les lignes du plan passant par O rencontrant la circonférence se recouperont en O′.

Soient deux lignes quelconques MN, PQ : le postulat 5 étant reconnu, elles ont au moins un point commun ω, si on les transporte de façon à les appliquer sur deux droites de même angle qui passent par O, on vérifiera qu'elles ont un second point commun ω' qui coïncide avec O′. La distance $\omega\omega'$ sera invariable et toujour égale à OO′. Nommons cette distance 2Δ : la droite riemannienne devient donc finie, ainsi qu'une circonférence, et sa longueur totale vaut 4Δ. On appellera les points ω, ω' points opposés. Puisque AC est perpendiculaire commune à AB et CD, nous aurons nécessairement $OA = O'A = OC = O'C = \Delta$. Mais toute perpendiculaire élevée sur AC en un point quelconque, soit M

ce point, doit couper AC de nouveau en M′ ; comme MM′ est égale à 2Δ, cette perpendiculaire passera aussi par O et O′, donc OM = O′M = Δ. Ainsi donc tous les points d'une droite riemannienne sont à la distance Δ de deux points opposés que nous pourrons appeler les *centres de la droite*.

Les extensions successives de la région normale (1) ajoutent de nouvelles étendues aux premières si l'on se place dans les hypothèses soit euclidiennes soit lobatschewskienne. Il n'en est plus ainsi pour la Géométrie riemannienne dans laquelle $(R_1) + (R_2) + \ldots (R_n)$ atteint et dépasse toute l'étendue finie du plan, à la condition que *n* soit bien entendu suffisamment grand. Des restrictions doivent être en outre apportées à certaines définitions du début ; ainsi, les deux points A et B ne définissent une droite que lorsque leur distance est différente de 2Δ : d'un point C pris hors d'une droite AB on peut abaisser une seule perpendiculaire à AB quand C n'est pas un des centres de cette droite, et ladite perpendiculaire coupe AB en deux points opposés D, D′ tels que CD est inférieure à Δ tandis que CD′ lui est supérieure.

L'angle extérieur à un triangle est plus grand que l'un quelconque des angles intérieurs non adjacents dans le seul cas où la médiane aboutissant au côté commun est inférieur à Δ. Si cette médiane vaut Δ ou bien la dépasse, l'angle extérieur égale l'angle intérieur ou il est plus petit que lui. Ou encore, un triangle rectangle peut avoir deux angles aigus, un angle aigu et un obtus, ou deux angles obtus sui-

(1) On appelle région normale cette région du plan assez petite pour que deux points quelconques pris sur cette étendue déterminent une droite et une seule, tout point de cette droite appartenant au plan. *La Géométrie non euclidienne*, P. Barbarin.

vant que les deux côtés de l'angle droit sont ensemble inférieurs à Δ, l'un inférieur et l'autre supérieur ou tous les deux supérieurs.

Pour la démonstration des trois hypothèses (celle de l'angle droit, géométrie euclidienne, celle de l'angle aigu, géométrie lobatschewskienne, celle de l'angle obtus, géométrie riemannienne), j'ai suivi pas à pas la méthode employée par M. Barbarin dans son ouvrage (de la collection Scientia) « La Géométrie non euclidienne ». M. Barbarin déclare avoir adopté, dans le cas de l'angle aigu, la méthode de Lobatschewsky lui-même, et dans le cas de l'angle obtus, la démonstration de M. Mansion extraite de ses *Premiers principes de Métagéométrie.* Je veux m'excuser auprès du lecteur de l'aridité des pages qui précèdent. Cet ouvrage n'est pas un Traité de Géométrie, il n'est pas destiné à des géomètres (les chapitres qui suivront en donneront la preuve) ; je ne suis pas géomètre moi-même, mais il m'était impossible de ne pas aborder dans un ouvrage intitulé *Le Problème de l'Espace* l'étude des premiers principes de Géométrie noneuclidienne.

Ce que je désire montrer avant tout c'est qu'après des siècles de travail et de recherches il a été possible de construire des géométries basées sur la négation d'un des postulats d'Euclide, géométries parfaitement logiques, parfaitement autonomes. J'ai dit la négation d'un des postulats d'Euclide, car la géométrie lobatschewskienne de l'angle aigu est basée sur le rejet du Postulat 5, mais nous oblige à admettre le sixième postulat, et la somme des angles d'un triangle est moindre que deux droits. Il en est de même pour la géométrie riemannienne ou de l'angle obtus basée sur le rejet du postulat 6, ce qui implique l'acceptation du cinquième postulat

euclidien. Ces deux géométries issues de la non admission de ce qu'Euclide nous avait demandé de lui accorder nous force néanmoins à reconnaître l'un des deux postulats les plus essentiels du géomètre grec et nous sommes toujours obligés de revenir au moins à l'un des principes de la géométrie euclidienne. Remarquons aussi que Lobatschewsky pour établir la Géométrie qui porte son nom construit une droite OA formant avec la ligne xy un angle droit et la déterminée OEF est parallèle à xy. Il établit ainsi pour prouver l'hypothèse de l'angle aigu deux lignes parallèles xy et FO.

Riemann également : d'un point C d'une droite CD il tire sur AB une perpendiculaire CA qui forme un angle droit avec la droite AB. Cette remarque de l'angle droit a une importance toute spéciale que nous constaterons dans la deuxième partie de cet ouvrage.

Ainsi donc, Lobatschewsky et Riemann sont parvenus, en se dégageant, incomplètement d'ailleurs, des postulats d'Euclide, à établir deux géométries distinctes, logiques; et, ainsi que le fait remarquer très clairement M. Barbarin dans son ouvrage déjà cité, la définition 4 et les postulats 1, 2, 4 d'Euclide caractérisent le « genre droite » sous sa forme décomposable en trois variétés incompatibles entre elles : « l'adjonction du postulat 5 seul distingue la variété riemannienne, l'adjonction du postulat 6 seul distingue la variété lobatschewskienne, enfin la variété euclidienne s'obtient par l'adjonction des postulats 5 et 6 réunis. »

Nous ne pouvons, malgré l'autonomie que nous avons reconnue aux géométries lobatschewkienne et riemannienne, les mettre sur le même pied que la géométrie qui leur a donné naissance, la géométrie

euclidienne ; et cela parce que cette dernière offre une simplicité théorique bien plus grande, une accessibilité que les deux autres ne possèdent et ne pourront jamais posséder, et surtout parce que les raisonnements de cette géométrie se feront sur des figures que nous pourrons toujours construire. En est-il de même pour les parallèles, les perpendiculaires communes, les équidistantes, les fractions de la distance 2Δ ? Il nous est permis d'en douter. Pour nous, la Géométrie euclidienne est réelle, les géométries non euclidiennes sont imaginaires. Mais là où la supériorité et l'adaptabilité de la Géométrie euclidienne se montrent sous une clarté que rien ne saurait atténuer, c'est dans la ligne droite euclidienne différente de la ligne lobatschewskienne ainsi que de la ligne riemannienne. La droite d'Euclide est la ligne de notre Univers, elle est la ligne qui répond aux lois qui le régissent. Voilà pourquoi je disais au début de ce chapitre que l'édifice euclidien défie le temps. Mais pénétrons plus avant dans l'étude de la ligne.

Nous avons vu qu'Euclide définit la ligne droite « celle qui repose sur tous ses points » (1). Archimède désigne la droite comme la ligne la plus courte entre deux points. Legendre l'appelle le plus court chemin d'un point à un autre. Ces définitions se ressemblent toutes trois, car elles ont une origine commune (2) : elles sont éminemment géométriques.

---

(1) D'après la traduction de Konig, Euclide aurait défini la droite : La ligne droite est celle qui est également située entre les extrémités, *Recta linea est quæcunque et æquo punctis in ea sitis jacet.*

(2) Nous pouvons également citer ici la définition de Leibniz basée sur une idée de mouvement : « La ligne droite est la ligne telle que, si l'on immobilise deux de ses points, tous les autres sont immo-

Nous possédons d'autres définitions de la droite qui sont basées sur nos perceptions sensorielles : nous montrerons néanmoins que toutes ces définitions sont intimement unies, qu'elles ont une source identique car même la définition d'Euclide (quoique essentiellement géométrique — seule la notion du point est évoquée) a une origine sensorielle et intuitive.

Mais quelle différence existe-t-il entre une droite euclidienne et une droite, par exemple, riemannienne ?

La droite riemannienne possède toutes les propriétés des grands cercles d'une sphère euclidienne, et la Trigonométrie des triangles sphériques est identique à celle des triangles riemanniens : le plan riemannien se confond donc avec la surface sphérique euclidienne.

Pour ce qui touche à la conception de la droite lobatschewskienne, ce savant géomètre a montré que si le rayon d'une sphère croît au delà de toute grandeur assignable, ladite sphère tend vers un état limite nommé par lui horisphère et que l'on peut aussi obtenir en faisant tourner un horicycle autour d'un de ses axes : la planimétrie de l'horisphère est identique à celle du plan euclidien, les *horicycles remplaçant les droites* : « Si donc un géomètre lobatschewskien s'avise de prétendre que sa doctrine est la seule d'accord avec la notion de droite et que le plan

---

bilisés par cela seul ». *Sit corpus aliquid, cujus duo puncta sint immota et fixa, ipsum autem corpus nihil minus moveatur, tunc omnia puncta corporis quiescentia incident in rectam quæ per duo puncta fixa transit.*

La définition de Leibniz a fait naître celle de M. Cauchy ainsi formulée : « La ligne droite AB est le lieu géométrique des points M tels qu'il n'y a aucun point D de l'Espace sur lequel on ait MA = DA et MB = DB.

euclidien n'est autre chose qu'une horisphère, sur laquelle les horicycles méridiens représentent ce qu'un géomètre euclidien appelle les droites, quel argument valable pourra-t-on lui opposer ? (1) » Mais nous pouvons clairement connaître d'après la définition même d'Euclide la notion exacte de la droite, c'est-à-dire une ligne située d'une seule façon à l'égard de tous ses points, ou encore, une ligne ne se déviant ni se courbant de ce fait d'aucun côté et gardant la même direction. Telle est, ce me semble, la seule conception de la droite. Pour nous, la droite doit être la ligne tracée par le rayon lumineux, ou encore, la ligne invisible tracée par le rayon visuel entre l'œil et un objet fixé. La notion de direction est essentiellement liée à la notion de la droite. Ueberweg avait défini la droite la ligne de direction constante ou, d'une façon plus scientifique : « Nous nommons droite la ligne qui, dans sa rotation, autour de deux points fixes ne sort pas d'elle-même. » Euclide ne demande-t-il pas dans son postulat deuxième : « Toute ligne droite peut toujours être prolongée en direction droite ? »

Dans la deuxième partie de cet ouvrage nous montrerons quelles sont les origines sensorielles de notre conception de la droite, et nous étudierons les organes qui nous procurent les sensations de directions, c'est-à-dire les organes qui font communiquer notre Moi avec l'Espace dont nous faisons partie ; en un mot nous étudierons la localisation de notre sens géométrique. Nous verrons aussi que non seulement la seule droite euclidienne est celle qui correspond aux données de notre conscience, mais que l'angle droit et par conséquent les parallèles euclidiennes

---

(1) P. Barbarin, *La Géométrie non euclidienne*, p. 72.

répondent aux lois de l'Univers auquel nous participons et dont nous sommes le microscopique et merveilleux reflet (1).

---

(1) Quoique j'aie intitulé ce premier chapitre « Les Géométries », je n'ai jamais eu l'intention de parler ici de toutes les géométries ou de tous les systèmes géométriques connus jusqu'à ce jour. Cette étude eut dépassé les limites et surtout les intentions de cet ouvrage. J'aurais dû parler. par exemple, du plan éliptique de Cayley-Klein, des travaux de M. Dehn sur les géométriess établies sur le rejet du postulat d'Archimède (géométrie semi-euclidiennes et non légendriennes) des études sur la géométrie numérique de de Tilly, etc.

Seules les trois hypothèses faites par Saccheri posant les bases des géométries lobatschewskienne et riemannienne nées de la géométrie euclidienne m'ont parues indispensables à mon travail et à la ligne que j'entends suivre au cours de ce livre où beaucoup de questions seront traitées et qui ne seront pas toutes, je l'ai déjà dit, d'ordre géométrique. Les trois géométries des angles droit, aigu et obtus ont montré que seule la première répond aux lois de notre Univers.

M. Poincaré a dit dans un article, « sur les géométries non euclidiennes » (*Revue générale des Sciences*, 1891), « il n'y a pas de géométries plus ou moins vraies, il y a seulement des géométries plus ou moins commodes ». Je me permets de ne pas adopter sa conclusion, et je dirai : il peut exister, en effet, plusieurs géométries assises sur des bases rigoureusement logiques, mais une seule est la vraie, l'euclidienne, puisque ses raisonnements se font sur des figures que nous savons toutes construire et cela parce que ses définitions et ses postulats sont basés selon les principes mêmes de nos organes spéciaux qui constituent notre sens de l'Espace.

La Géométrie d'Euclide est intuitive et synthétique.

CHAPITRE II

—

L'ESPACE

Dans le chapitre précédent nous avons parlé des principales géométries ; partis des définitions et des postulats du géomètre grec, nous avons vu qu'aussitôt enseignés ces postulats avaient fait naître chez bon nombre de géomètres le désir de les démontrer ; puis, n'y étant parvenus, de les rejeter, surtout les cinquième et sixième. Nous avons admiré avec quelle sagacité le jésuite italien Saccheri en admettant les hypothèses des angles droit, aigu et obtus avait préparé ainsi la voie à Lobatschewsky et à Riemann ; nous avons reconnu que les principes de la géométrie euclidienne s'adaptent à l'organisation de notre Univers puisque — comme je viens de l'écrire — ces raisonnements se font sur des figures que nous pouvons toutes construire. Ceci nous prouve donc que ces figures répondent aux lois de notre Univers et, étant donné que nous sommes un reflet de cet Univers, à notre sens géométrique et aux organes s'y rattachant. Nous allons aborder à présent le problème de l'Espace (1).

---

(1) Il ne saurait être ici question de faire un exposé de la théorie *psychologique* de l'Espace. Nous ne prendrons point part aux discussions entre Nativistes et Empiristes ainsi que Helmholtz a désigné

Qu'est-ce que l'Espace ?

On sait que Kant fait de l'Espace une forme aprioristique de notre sensibilité qui s'imposerait à nous en dehors de toute expérience. Il dit en effet : « L'Espace n'est pas un concept discursif, ou, comme on dit, un concept universel de rapport des choses en général, mais une pure intuition (1). »

Stallo écrit, au contraire : « Tout ce que nous savons de l'Espace ou de ses propriétés est ce que nous en apprend l'expérience sensible ». Kant a longuement et ardemment étudié le problème de l'Espace, si ardemment qu'il a reconnu et établi son intuitivité, puis, plus tard, sa subjectivité. Ces deux idées semblent s'exclure, et, néanmoins elles ne sont pas contradictoires puisque Kant les a unies dans son « Esthétique Transcendantale » (2). Sa notion de

---

les deux théories opposées de l'Espace. On sait que selon les Nativistes nous percevons directement l'Espace par l'exercice spontané de nos sens. Pour les Empiristes au contraire nous ne connaissons l'étendue qu'à la condition de la parcourir, et par la série des mouvements que nous avons dû exécuter en la parcourant. Nous ne chercherons donc pas à établir si l'Espace est pour nous l'objet d'une perception visuelle ou d'une perception tactile. Cette question me semble, je l'avoue, dépourvue de véritable intérêt philosophique, et la théorie du sens de l'Espace que nous exposerons plus loin permet et favorise d'ailleurs la conciliation entre Nativistes et Empiristes. Toute autre doit être pour nous, du point où nous nous plaçons, la conception de l'étude de l'Espace. La Géométrie nous montre la portion d'Espace qu'occupent les corps qui nous entourent, c'est-à-dire leur extension dans toutes les directions qui pour nous se réduisent à trois. Or, nous percevons ces trois directions grâce à l'appareil que constituent certains de nos organes où se trouve localisé notre sens de l'Espace. La deuxième partie de cet ouvrage consacrée à la Physiologie nous décrira ces organes, nous en montrera le fonctionnement et nous verrons qu'ils constituent effectivement notre appareil sensoriel de l'Espace.

(1) *Conceptus Spatii itaque est intuitus purus.* (Dissertation de 1770).

(2) Esthétique Transcendantale. (Traduction Tremesaygues et Pacaud).

l'Espace Absolu (1) figure dans les « Premiers principes métaphysiques de la Science et de la Nature » ouvrage où la subjectivité est clairement affirmée.

Le siècle dernier a vu éclore les solutions philosophiques de Stuart-Mill opposées à celles de Kant. D'après lui il ne faut donner aux définitions géométriques qu'une valeur relative. Ainsi, le point ne serait que le minimum visible ; la ligne, dimension unique, que l'abstraction d'un trait tracé ou un fil tendu. Semblable argumentation est plus que risquée, et Stuart-Mill le reconnaît lui-même en ayant recours aux associations d'idées entre des représentations unies ensemble. Ueberweg, un autre adversaire de la théorie aprioristique de Kant, a pu, au siècle dernier, établir les bases d'une théorie empirique de l'Espace.

Il fit pour cela l'analyse des mouvements des corps solides. « Les Principes de la Géométrie reconstruite sur des bases scientifiques » est un ouvrage remarquable dans lequel l'auteur fait preuve d'une rare intuition. Voici de quelle façon il établit les principales propriétés de l'Espace. Un corps solide matériel, peut, selon le témoignage de nos sens : 1° s'il est libre de toute attache, atteindre tout point non occupé par un autre corps solide ; 2° ce corps, s'il est fixé à un seul point, ne peut plus se déplacer dans tous les sens, mais il peut se mouvoir ; 3° s'il est fixé à un autre point, ce corps ne peut plus exécuter les mouvements qui lui sont possibles dans le cas précédent : il peut encore se mouvoir ; 4° s'il est fixé à un troisième point resté libre jusqu'ici, ce corps ne pourra plus exécuter aucun mouvement. Du déplacement des corps, Ueberweg a déduit les trois propriétés de

(1) La Matière et la Physique moderne.

l'Espace, qui sont : homogénéité, continuité, infinité.

L'Espace est tout ce qui est ; il implique le contenant et le contenu, c'est-à-dire que contenant et contenu se pénètrent, fusionnent, ne sont qu'un, un dans le tout. L'Espace est Un, et il est illimité.

Nous savons que les trois étendues des solides sont : profondeur, hauteur, largeur qui correspondent aux trois directions dans l'Espace. Si nous nous considérons comme un point central que nous nommerons le O du système des coordonnées rectangulaires de Descartes, nous voyons que la ligne verticale va de haut jusqu'à nous — que nous appelons O, — de nous jusqu'en bas ou inversement, que la ligne transversale part de droite, va jusqu'au point O, du point O va vers la gauche, ou inversement, que la ligne sagittale part de derrière nous, passe au point O et se dirige en avant ou inversement.

Nous sommes donc le point O d'intersection où se rejoignent les trois directions de l'Espace, hauteur, largeur et profondeur. Ce point O du système des coordonnées de Descartes peut être considéré comme notre Moi conscient. Placés au milieu de notre espace, nous ne connaissons de cet espace que ce qui vient à nous de ces trois directions... Ceci nous fait dire que l'Espace a trois dimensions... Mais, est-ce l'Espace qui n'a que trois dimensions ou bien est-ce nous qui ne percevons que ces seules trois dimensions ?

Posons deux hypothèses. Imaginons un être n'ayant de l'Espace que la notion d'une seule direction, imaginons-en un autre qui aurait la notion de deux directions de l'Espace.

La première hypothèse nous ramène à l'étude d'une géométrie à une dimension (pouvons-nous dire d'un espace à une dimension puisque cet espace

ne peut se composer que d'une ligne droite que nous supposerons illimitée ?). Prenons sur cette ligne un point O, prenons d'un côté de ce point plusieurs autres points *a*, *b*, *c*, *d*, espacés diversement, prenons de l'autre côté du point O d'autres points a', b', c', d', symétriques des précédents. Les deux figures à droite et à gauche du point O seront égales et pareillement disposées. Dans le cas de géométrie à une dimension il nous sera impossible de superposer ab à $a'b'$ sans recourir à une deuxième dimension bien que nous sachions que $ab = a'b'$.

La conception d'un espace à une seule dimension se réduit donc à la représentation d'une ligne idéale (je dis idéale car même la ligne la plus légèrement tracée occupe une portion infinitésimale du deuxième espace) et illimitée.

Considérée au point de vue philosophique, quelle est l'image abstraite que nous pouvons nous faire d'une ligne illimitée ? Le Temps. D'un côté, le passé ; de l'autre, l'avenir ; et au milieu ce point en mouvement perpétuel que nous nommons le présent. Le Temps est donc pour nous un espace à une seule dimension. Nous sommes placés sur cette ligne droite et condamnés à la parcourir dans le même sens vers un point terminal invisible que nul être n'a atteint car ce point-limite admettrait que la ligne fut limitée tandis que nous savons qu'elle est illimitée.

Le Temps ne s'arrête pas (1). Où est née la ligne qui nous le représente, où ira-t-elle finir, où *pourrait-elle* finir ?

L'être condamné à suivre le point O en déplacement constant ne doit connaître de la ligne-Temps que le seul moment présent, et il en est ainsi à moins

(1) C'est-à-dire que nous ne nous arrêtons pas sur la ligne Temps.

que cet être ne soit pourvu de Mémoire et de Divination (qui représenteraient une autre dimension) et grâce auxquelles il pourra alors s'élever au-dessus du point présent et voir le Passé, deviner l'Avenir. La Divination et la Mémoire seraient alors pour cet être à un seul espace, une deuxième dimension lui permettant de s'évader de son espace rectiligne.

M. Maurice Boucher dans le chapitre : Temps et Espace, de son livre, que j'aurai plus d'une fois l'occasion de citer, *L'Hyperespace* (Félix Alcan, 1903), s'exprime de la façon suivante au sujet d'un monde à un seul espace.

« Si l'habitant de ce monde supposé pouvait, par la pensée au moins, quitter pour un instant sa ligne et s'élever au-dessus d'elle dans le sens d'une seconde dimension, dont il n'a pas l'idée, il pourrait embrasser d'un coup d'œil son ancien domaine ou du moins une certaine étendue de celui-ci : il serait donc en même temps le point présent qui s'avance sans cesse, ainsi que ce qui est derrière et devant ; il connaîtrait et il vivrait à la fois le passé et le futur. Cette supposition d'une seconde dimension du Temps nous conduit ainsi à l'idée de l'Intelligence infinie, pour laquelle il n'y aurait pas de chose passée ou future, qui les connaîtrait et les embrasserait toutes immuablement, avec leur double qualité, l'être et le non-être ».

Pour ce qui nous concerne, la ligne qui vient du passé et se dirige vers l'avenir, doit occuper la direction sagittale dont nous parlions tout à l'heure, c'est-à-dire la direction postero-antérieure. Cette ligne-Temps venue du passé qui est derrière nous passe par le point O de notre Moi conscient et va vers l'avenir qui est situé devant nous. Cette ligne qui correspond au Temps suit donc la direction sa-

gittale et fait par conséquent partie de notre système complet pour la connaissance d'un espace à trois dimensions. Qu'on se souvienne de ce que nous disions dans le chapitre précédent au sujet des lignes en affirmant que pour nous la droite euclidienne était la seule qui répondait à notre conception de la droite car elle est celle qui est située d'une seule façon à l'égard de tous ses points ou encore une ligne ne se déviant ni se courbant d'aucun côté et gardant, de ce fait, la même direction. La *ligne-Temps* est donc une ligne *euclidienne*, car le Temps ne peut dévier ni se courber d'aucun côté et doit garder nécessairement la même direction qui est, nous venons de le voir, la sagittale.

Passons à la seconde hypothèse : Imaginons un être qui n'aurait la connaissance que de deux directions de l'Espace. Cet être serait réduit à se déplacer sur une surface plane et verticale. Les êtres situés sur cette surface ne pourraient se mouvoir qu'en ligne droite et entre deux plans parallèles très rapprochés : ils connaîtront ainsi les directions sagittale et verticale et, *infinitésimalement*, l'horizontale. L'être surface — c'est ainsi que nous nommons l'habitant de ce monde surface — possèdera, comparé à l'être dont nous avons étudié les conditions dans l'hypothèse précédente, un espace plus étendu puisqu'il aura la connaissance de la direction verticale. Il aura aussi comme lui la connaissance infinitésimale d'une troisième direction, l'horizontale, puisque nous avons dit qu'il lui était donné de se mouvoir entre deux lignes parallèles très rapprochées. Plusieurs êtres plan pourront se déplacer, se dépasser même en passant l'un au-dessus de l'autre comme un oiseau passe au dessus de notre tête, mais sans, bien entendu, sortir de leur plan. Ces êtres ne connai-

tront en somme que deux directions situées à angle droit l'une de l'autre. Si les notions de bas et haut leur sont connues ainsi que celles d'avant et arrière ils ignorent néanmoins la droite et la gauche quoiqu'ils empiètent sans le savoir même sur cette troisième direction étant donné que nous avons reconnu qu'ils occupent sur le plan un troisième espace supposé infinitésimal. Cet espace ne fût-il que d'un atome, il n'en serait pas moins occupé par l'être-surface qui ne saurait s'en rendre compte, sa pensée ne pouvant imaginer une direction autre que la sagittale et la verticale. M. Maurice Boucher l'a fort bien dit : « L'être-surface ne verra dans un solide que des lignes, de même que nous ne voyons que des surfaces, et devra penser que les corps réels ont seulement deux dimensions », et plus loin : « Une figure plane fermée serait pour l'être-plan un espace clos de toutes parts, dont il ne pourrait sortir que par une ouverture sur un côté, bien que cette figure soit pour nous visible dans toutes ses parties, et que nous concevions fort bien la possibilité d'en sortir en passant en dehors du plan, par la troisième direction. »

J'ai écrit plus haut que l'être-plan ne connaît que deux directions de l'Espace situées à angle droit l'une de l'autre. Ceci nous ramène en pensée à la supériorité indiscutable de la Géométrie euclidienne aussi évidente dans le cas de l'hypothèse de l'être-plan doué de deux directions et une infinitésimale troisième direction que dans le cas de la première hypothèse de l'habitant de la ligne-Temps doué d'une seule direction sagittale et d'une infinitésimale seconde direction. Dans ce dernier cas la ligne euclidienne était celle tracée par la ligne-Temps ne se courbant ni se déviant ; dans le cas de l'être-surface,

l'angle formé par les deux plans est un *angle droit euclidien.*

Ligne et plan euclidiens correspondent au système des coordonnées rectangulaires de Descartes que nous étudierons, du point de vue physiologique, dans la deuxième partie de cet ouvrage.

Ainsi donc, l'être pour qui l'Espace ne se compose que d'*une seule* direction possède sans s'en rendre compte une *seconde* direction, l'être-plan pour qui l'Espace se compose de *deux* directions, possède sans s'en rendre compte une *troisième* direction. Et nous pour qui l'Espace a *trois* dimensions nous rendons-nous compte d'une *quatrième* ?

Nous avons vu que les deux êtres imaginés par nous empiètent infinitésimalement sur une autre dimension, en est-il de même pour nous ? Empiétons-nous sur une quatrième dimension ? Ces êtres peuvent-ils s'imaginer une amplification de leur espace ? Pouvons-nous nous figurer un Espace plus vaste, plus étendu, dépassant les limites qui semblent le circonscrire ? Rappelons-nous les définitions d'Euclide :

« Les extrémités de la ligne sont des points. »

« Les extrémités d'une surface sont des lignes. «

« Les extrémités d'un solide sont des surfaces. »

De quoi les solides seront-ils les extrémités ?

Nons voici parvenus au point où il nous faut envisager l'hypothèse de la quatrième dimension. Nous l'avons tout naturellement atteint de par la logique de notre raisonnement qui, parti d'un monde à une dimension unique, est arrivé à notre espace à trois dimensions. Si l'être-plan a pu avoir l'idée d'une troisième dimension qui, nous le savons, existe en réalité, serait-il téméraire que nous en fissions de même pour une quatrième dimension ? Existe-t-il un être

pouvant, en connaissance de cause, nous approuver et nous encourager dans nos recherches qui tendent au développement d'une semblable pensée ? Et d'abord, existe-t-il *quelqu'un* ou *quelque chose* qui soit doué de la connaissance d'un quatrième espace ou d'un espace à quatre dimensions ? A *ce quelque chose* serait-il donné de pénétrer le quatrième espace avec lequel il nous est permis de dire que nous confinons, puisque l'être-surface confine à la troisième dimension ? L'être-surface, avons-nous dit, ne voit dans un solide que des lignes, de même que nous ne voyons que des surfaces ; or, les lignes sont les extrémités des surfaces, les surfaces sont les extrémités des solides, les solides seront les extrémités *de ce qui occupe le quatrième espace* dans une direction que nous ne pouvons connaître, pas plus que l'être-plan ne pouvait connaître la troisième dimension dont il occupait pourtant une infinitésimale partie.

Mais nous pouvons faire une hypothèse. Supposons tout simplement que cette quatrième dimension soit située à l'intérieur des solides. En effet, nous ne voyons pas l'intérieur d'un solide. Nous ne connaissons que des surfaces. Si nous prenons, par exemple, un coffret rectangulaire, nous ne connaissons de ce coffret que des surfaces. Ouvrons le : son contenu ne nous montrera que des surfaces opposées à celles que nous voyions alors qu'il était clos. La montre ou le livre qu'il contient ne nous montrera encore que des surfaces.

Mais essayons de prouver que le quatrième espace est situé à l'intérieur des corps là où notre regard ne peut arriver.

Partons pour cela d'un système à une dimension.

Soit, en effet, la droite AB. Du point A élevons une droite qui fasse avec AB un angle intérieur infé-

rieur à un droit : faisons-en autant du point B. Ces deux obliques finiront par se couper en un point d'intersection O, et nous aurons, puisque les deux angles sont égaux, AO = BO.

Si nous supposons que nous avons pris les deux points A et B sur la ligne AB nous pouvons en faire autant *sous* la ligne AB et nous obtiendrons de la même façon le point O′ : nous pouvons dire alors AO = BO = AO′ = BO′.

Supposons à présent une surface ABCD. Faisons pour cette surface ce que nous avons fait pour la ligne : du point A élevons une oblique qui forme un angle intérieur aigu. Agissons de même des points BCD.

Les quatre droites se couperont en un point O tel que AO = BO = CO = DO. Si nous supposons que nous avons élevé ces obliques sur le plan — c'est-à-dire de la surface vers la hauteur — nous pouvons répéter cette opération de la surface opposée du plan vers le bas, ainsi que nous l'avons fait précédemment pour la ligne. Nous obtiendrons alors le nouveau point d'intersection O′. Nous aurons alors AO = BO = CO = DO = AO′ = BO′ = CO′ = DO′. Si nous voulons réunir le point O au poin O′ — sommets des deux pyramides — il nous sera possible de le faire en tirant du point O une ligne qui ne soit pas parallèle au plan, mais qui fasse au contraire un angle intérieur aigu. En faisant de même du point O′ dans une même direction, vers AB, par exemple, du plan, nous aurons le nouveau point d'intersection S et OS = O′S. Opérons identiquement des points O et O′ mais dans la direction BC, cette fois; nous obtiendrons le nouveau point S′ et nous dirons alors OS = O′S = OS′ = O′S′. Opérons de même dans les directions de CD et DA, nous obtiendrons identi-

quement les nouveaux points d'intersection S″ et S‴ d'où OS = O′S = OS′ = O′S′ = OS″ = O′S″ = OS‴ = O′S‴. Nous pouvons donc énoncer d'une façon générale qu'il nous est toujours possible d'unir les sommets des pyramides construites sur les deux faces opposées d'un plan et que nous obtenons ainsi des arêtes de longueur égale.

Voyons à présent s'il nous est donné d'en faire autant pour les sommets des pyramides issues des faces d'un solide.

Soit le cube ABCDEFGH. Faisons pour les six surfaces ce que nous avons fait pour les deux surfaces du plan. Nous obtiendrons les sommets $S^1S^2S^3S^4S^5S^6$. Toutes les arêtes seront d'égale longueur comme dans le cas précédent. Réunissons maintenant tous ces sommets comme nous l'avons fait : nous remarquerons aussitôt que cela nous est absolument impossible. Nous pouvons tout au plus réunir 5 sommets, mais dans ce cas les arêtes ne sauraient être de même longueur. De quelque façon que nous retournions le cube nous ne pourrons jamais unir que 4 sommets construisant ainsi une nouvelle pyramide avec arêtes égales ; il est vrai que nous pourrons réunir 5 sommets mais les arêtes n'auront pas toutes la même longueur.

Cette impossibilité absolue existe-t-elle dans toutes les directions de l'Espace ? Nous pourrions répondre d'abord affirmativement. Toutefois en y réfléchissant bien, nous constatons qu'il existe un point *et un seul* où les droites issues des sommets $S^1S^2S^3S^4S^5S^6$ trouvent un point commun d'intersection. Ce point réside à l'intérieur du solide et précisément au centre même du cube en question. En effet, en appelant ce point central α nous obtenons $S^1\alpha = S^2\alpha = S^3\alpha = S^4\alpha = S^5\alpha = S^6\alpha$.

Nous voyons donc qu'il n'existe aucun point dans l'Espace par lequel puissent passer des droites d'égale dimension parties des 6 sommets des 6 tétraèdres construits sur les 6 surfaces d'un cube : le seul point équidistant de ces sommets est *le centre même de ce cube.*

Or, dans le premier cas que nous ayons envisagé, celui de la ligne, les points O et O′ occupent le deuxième espace ; dans le deuxième cas, celui de la surface, les points O et O′ occupent le troisième espace de même que les points SS′S″S‴, dans le troisième cas, celui du cube, qui est le nôtre puisqu'il est celui des trois dimensions, le point α doit occuper le quatrième espace ; et nous savons que ce point α est situé dans l'intérieur du solide, là *où nos regards ne peuvent pénétrer.* Le quatrième espace est donc pour nous l'*intérieur des choses* et un être qui serait doué de la quatrième dimension posséderait *la connaissance du fond des choses*, car son regard, refaisant le parcours tracé par les arêtes qui pénètrent le solide, parcourrait la matière même jusqu'au point central.

Je demandais tout à l'heure s'il existait quelqu'un ou quelque chose possédant la faculté de pénétrer le quatrième espace. En y réfléchissant nous pouvons répondre que l'éther est doué de cette faculté ; c'est dans l'éther, en effet, que baigne notre univers, et les études sur la nature de la matière de ces quarante dernières années nous montrent que c'est également l'éther qui réside à l'intérieur des corps. L'éther, d'après les théories nouvelles, est donc la base immatérielle de notre univers puisque les forces de cet univers (lumière, chaleur, électricité, etc.) ne sont que de l'éther et c'est sur l'éther que se propagent ces forces. Sans lui, ainsi que le dit excellemment le

docteur Gustave Lebon. « L'univers serait silencieux et mort ». Un tube de verre fermé que l'on aurait entièrement vidé d'éther ne pourrait être traversé ni par un rayon lumineux, ni par la chaleur. Un corps placé à l'intérieur de ce tube n'aurait aucun poids puisque la gravitation n'agirait plus sur lui.

Mais quelles sont les propriétés physiques de l'éther ? pouvons-nous nous l'imaginer ? La physique nous apppend qu'il est un milieu impondérable. Nous pouvons nous en faire une légère idée en le considérant tel un gaz impondérable. Mais tout gaz est compressible et l'éther ne saurait l'être. Il faut, d'autre part, le considérer comme étant extraordinairement rigide, puisqu'il transmet les vibrations lumineuses avec une vitesse de 300.000 kilomètres par seconde.

Lors Kelwin en déduit que l'éther peut être considéré comme « un solide élastique remplissant tout l'Espace ». Voici donc que notre Univers aurait une armature parfaitement rigide, faite de ce fluide impondérable qui serait l'essence même de la matière, pénétrant toute chose et en même temps pénétré par toute chose, contenant et contenu à la fois.

Mais bien que d'une extraordinaire rigidité il devrait posséder une densité très faible. Ce solide n'aurait donc pas de poids. On n'est toutefois pas d'accord sur la non-densité de l'éther. Certains physiciens lui en attribuent au contraire une très grande et basent leur croyance sur une hypothèse que la masse d'un corps serait formée par la masse d'éther qui entoure ce corps, retenue et entraînée par les lignes de forces qui enveloppent les particules électriques dont seraient constitués les atomes. Donc l'inertie des corps ne tiendrait qu'à l'inertie de l'éther qui les entoure.

Larmor, dans *Æther and Matter* (Londres, 1903), pense que les atomes ont été formés à l'origine des âges par des condensations d'éther produisant des petits tourbillons d'une vitesse rotative immense. Larmor, dans l'ouvrage précité, en conclut que « la molécule matérielle est constituée entièrement par de l'éther et par rien d'autre ». Nous voyons d'après ces quelques notes se rapportant à l'éther que nous avons, avec raison, attribué à ce fluide impondérable et rigide la faculté de pénétrer le quatrième espace, impondérable parce que traversant toutes choses, et invisible; rigide parce que constituant la grande armature sur laquelle est assis notre monde.

Mais de quelle façon ce fluide éthérique peut-il constituer la matière ? Comment se fait le passage du pondérable à l'impondérable, du matériel à l'immatériel ? Et, avant toute chose, quelle est la véritable composition de la matière ?

Selon les idées classiques, la matière était formée d'éléments indivisibles, nommés atomes. L'atome, selon les plus anciennes théories, était le plus petit corps de la nature, le dernier terme de la division. Les expériences de Lavoisier ne font que confirmer ces théories. Mais Davy au commencement du siècle dernier, obtient la dissociation des composés chimiques par le passage d'un courant électrique. Faraday suit la même voie, et l'on parvient ainsi à la théorie de l'électricité atomique. La découverte des rayons cathodiques fit entrevoir que la matière peut dépasser les limites qu'on lui avait assignées, et Roentgen, étudiant le premier de près les tubes de Crookes, constate que des rayons s'en dégagent d'une nature totalement différente de celle de tous les autres rayons et auxquels il donne le nom de rayons X.

Puis vient la découverte de la radio-activité attribuée d'abord à l'uranium, ensuite au radium, finalement étendue à la matière universelle.

Faraday par sa découverte de l'électrolyse avait montré qu'il existe dans les molécules des corps composés une certaine quantité d'électricité neutre qui se dissocie en ions positifs et ions négatifs, et cela quand on fait traverser par un courant une solution de sel métallique.

M. Gustave Lebon cite dans son ouvrage sur l'évolution de la matière le passage suivant, au sujet des ions, extrait d'un travail publié il y a plusieurs années par M. Nernst, professeur de Chimie à l'Université de Goetlingen : « Les ions sont une sorte de combinaison chimique entre les éléments ou radicaux et les charges électriques. La combinaison entre la matière et l'électricité est soumise aux mêmes lois que les combinaisons entre matières différentes : lois des proportions définies, lois des proportions multiples... Si nous admettons que le fluide électrique est continu, les lois de l'électro-chimie semblent inexplicables. Si, au contraire, nous supposons que la quantité d'électricité se compose de particules de grandeur invariable, les lois précitées en seront évidemment une conséquence. Dans la théorie chimique de l'électricité, en plus des éléments connus, il y en aurait deux autres : l'électron positif et l'électron négatif. »

M. Gustave Lebon ajoute ceci au passage cité, extrait du travail de M. Nernst : « Dans cette phase d'évolution des idées, l'électron positif et l'électron négatif étaient simplement deux substances à ajouter à la liste des corps simples et capables de se combiner avec eux. L'ancienne idée de l'atome matériel persistait toujours : dans la période d'évolution

actuelle, on tend à aller plus loin. Après s'être demandé si ce support matériel de l'électron était vraiment nécessaire, plusieurs physiciens sont arrivés à la conclusion qu'il ne l'était pas du tout. Ils le rejettent entièrement, et considèrent l'atome uniquement constitué pas un agrégat de particules électriques sans d'autres éléments. » Nous voilà loin des théories anciennes sur la constitution de la matière! Lavoisier confinait encore en deux mondes absolument différents la matière pondérable et les agents impondérables; c'était une sorte de profession de foi pour tout homme de science et qui paraissait constituer la base essentielle et inébranlable de la théorie de la constitution de la matière. Les idées nouvelles établissent, au contraire, le passage direct de la matière pondérable aux agents impondérables, chaleur, lumière, électricité : il reste donc à établir le passage de ces agents impondérables à l'éther.

Que l'on ne croie pas que tous les physiciens actuels soient d'accord au sujet des électrons et des atomes qui forment les molécules de matière. Certains jugent indispensable l'armature matérielle et, selon eux, les électrons seraient mêlés ou superposés aux atomes. Les électrons traverseraient les corps conducteurs, comme les métaux, avec une vitesse à peu près égale à celle de la lumière.

D'autres, au contraire, confèrent à l'atome une structure uniquement électrique, ne le considérant formé que de tourbillons électriques.

C'est l'avis de Larmor que nous avons déjà cité et pour qui l'atome de matière ne se compose que d'électrons et rien d'autre.

Quant à nous, ce qui nous importe avant tout, c'est de constater que les savants modernes reconnaissent presque sans exceptions que la matière est

formée de forces (énergie intra-atomique) avec ou sans la présence d'atomes matériels, peu importe, lesquelles forces établissent le contact entre la matière et l'éther et font communiquer le pondérable à l'impondérable, le matériel à l'immatériel. La matière est donc, d'après ce que nous venons de voir exposé dans les nouvelles théories atomiques, une agrégation d'atomes maintenus dans un certain équilibre par une force peut-être autre que la cohésion; ces atomes peuvent, s'ils sont soumis à l'action d'une ou de plusieurs forces déterminées, perdre leur stabilité, leur équilibre et se désagréger. Chaque état de la matière, chaque équilibre si l'on préfère, est susceptible d'être brisé, moins peut-être par une grande intensité que par un excitant bien approprié; et les recherches de la Science devront s'orienter vers la découverte de nouveaux états capables de rompre l'équilibre des corps solides qui n'attendent peut-être que cela pour se dégager et se dématérialiser. Nous ne connaissons encore qu'un très petit nombre d'excitants capables de briser l'équilibre de la matière et de faire jaillir des forces. Que d'énergies cachées possède la matière! Se peut-il qu'un jour nous les connaissions toutes? Nous venons à peine de découvrir les toutes premières forces, comme nous ne faisons qu'entrevoir l'immense réservoir d'énergies contenus dans un seul atome.

Nous disions tout à l'heure que l'éther était doué de la quatrième dimension puisqu'il résidait à la fois dans et hors les corps, nous pouvons maintenant affirmer avec certitude que la matière faite d'éther maintenu dans un équilibre bien déterminé, une fois cet équilibre rompu, se dissocie, passe à un état intermédiaire que nos sens perçoivent et s'éva-

nouit dans le quatrième espace interdit à nos sens.

Nous pouvons donc constater que nous parvenons à détruire la matière, à la désagréger, la dissocier, et à la faire disparaître dans le quatrième espace, mais il ne nous est pas donné encore d'accomplir le mouvement inverse : il nous est, en effet, impossible avec de l'éther — nous n'arrivons pas jusqu'à lui — de créer de la matière. Nous ne pouvons que détruire et désagréger : la création nous est interdite.

Nous reviendrons encore sur la constitution de la matière et de ses rapports avec l'éther : les points que nous voulions mettre en valeur en terminant ce chapitre sont les suivants :

1° L'éther, doué de quatrième dimension, est une sorte d'armature solide qui tient pour ainsi dire en suspens notre univers.

2° Etant doué d'une quatrième dimension, l'éther pénètre tous les corps. Bien plus, selon les nouvelles théories, la matière ne serait que de l'éther, c'est-à-dire formée par un agrégat de particules électriques sans d'autres éléments.

3° Si nous plaçons la matière dans des conditions physiques ou chimiques venant à modifier son état d'équilibre atomique, elle se désagrège, se dissocie, passe à l'état impondérable et s'évanouit dans l'éther invisible, sorte de Nirvâna de la matière. Le passage se fait assez rapidement du pondérable à l'impondérable, instantanément de cet état à celui d'éther ; ainsi que de deux nuages chargés d'électricité contraire jaillit l'éclair qui, à peine jailli, disparaît dans l'espace éthérique.

4° Il nous sera de plus en plus donné, avec les nouvelles découvertes et les applications futures que la science, après des siècles d'hésitations et d'erreurs, fera le long de la route qui nous semble

être aujourd'hui celle de la vérité, il nous sera donné de trouver des états nouveaux susceptibles de mettre la matière en déséquilibre atomique, lesquels lui permettront de faire jaillir de son sein d'autres énergies qui hâteront sa dématérialisation et lui permettront de rejoindre l'éther dont elle semble exclusivement constituée.

La matière attend peut-être anxieusement cet instant de spiritualisation qui doit probablement marquer le but de sa longue et lente évolution.

5° Nous possédons la faculté de contribuer à cette évolution dans le sens du pondérable à l'impondérable, du matériel à l'immatériel, mais nous ne pouvons produire le mouvement inverse ; nous ne saurions, en effet, puisque nous ne l'atteignons pas, créer avec de l'éther impondérable de la matière pondérable.

Partis des premières idées sur l'Espace nous avons passé par l'hypothèse des mondes à une et deux dimensions, nous nous sommes arrêtés un instant sur l'idée de l'éther remplissant la quatrième dimension, nous allons à présent traiter en quelques pages dans le chapitre suivant de l'Hyperespace ou Géométrie à *n* dimensions et des figures régulières des espaces supérieurs.

CHAPITRE III

L'HYPERESPACE. GÉOMÉTRIE A N DIMENSIONS LES FORMES RÉGULIÈRES DES ESPACES SUPÉRIEURS (1)

Etant données les figures géométriques appartenant à l'Espace à 3 dimensions, pouvons-nous imaginer celles qui dépendraient des espaces plus élevés ? En d'autres termes, pouvons-nous considérer les figures régulières nées des polyèdres réguliers de l'Espace à trois dimensions ?

Ces polyèdres réguliers sont au nombre de cinq, à savoir : le tétraèdre, l'hexaèdre, l'octaèdre, le dodécaèdre et l'icosaèdre.

Dans l'hypothèse de l'espace à n dimensions, une forme régulière quelconque de cet espace doit être limitée par des formes régulières de l'espace au-dessous $(n - 1)$ qui sont limitées à leur tour par des formes régulières de l'espace $(n - 2)$, et ainsi de suite. De sorte que les formes régulières de l'espace 4

(1) Je me suis servi dans ce chapitre de l'œuvre de Schlegel, « Sur le développement et l'état actuel de la Géométrie à n dimensions » (Enseignement mathématique, 1900, n° 2. Carré et Naud), des *Regular Figures in n dimension Spalce*, contenues dans le volume 3 de l'*American Journal of Mathematics*, de Stringham ; et surtout de l'Appendice à l'ouvrage de M. Maurice Boucher, *Essai sur l'Hyperespace*, plusieurs fois cité.

seront limitées par les polyèdres réguliers appartenant au troisième espace, lesquels polyèdres réguliers seront de même limités par les polygones réguliers appartenant au deuxième espace, lesquels polygones seront limités par des lignes égales du premier espace.

Nous voyons dans cet enchaînement parfait depuis les figures régulières construites sur les limites des lignes égales au premier espace jusqu'à celles de l'espace n la même hiérarchie existant dans les trois définitions que je citais dans le chapitre précédent de l'immortel Euclide ; c'est-à-dire :

— Les extrémités de la ligne sont des points.

— Les extrémités d'une surface sont des lignes.

— Les extrémités d'un solide sont des surfaces.

Et je demandais alors : de quoi les solides seront-ils les extrémités ?

Mais partons de la figure la plus simple qui dérive du triangle équilatéral dans le plan et, dans l'espace à trois dimensions, du tétraèdre. Disons qu'une ligne AB est égale à a. Du milieu de AB élevons une perpendiculaire, et prenons sur cette perpendiculaire un point C, de sorte que nous ayons CA = CB = AB. Nous obtenons ainsi le triangle équilatéral ACB dérivé de la ligne AB. Du centre O du dit triangle élevons une perpendiculaire au plan, prenons sur cette perpendiculaire un point D de façon à ce que DA = DB = DC = a, et nous avons construit le tétraèdre régulier CADB.

Le nombre des sommets de cette figure est 4, alors que la figure précédente n'en possédait que 3; les arêtes seront $6 = \frac{(4 \times 3)}{2}$, et puisque chaque arête est commune à deux faces limitées par trois arêtes, les faces seront 4, c'est-à-dire $\frac{6 \times 2}{3}$.

Si nous voulons construire la forme correspondant à ce tétraèdre dans le quatrième espace, nous devons nous valoir du procédé que nous venons d'indiquer et dont nous nous sommes servis pour obtenir le tétraèdre dérivé du triangle équilatéral. Pour cela il nous faut, du centre du tétraèdre, diriger une droite vers la quatrième direction, qui soit perpendiculaire aux trois autres.

Cette droite, nous ne pouvons nous l'imaginer puisqu'elle devrait occuper le quatrième espace que nos sens ne perçoivent point, de même que l'être-plan ne possède aucune notion de la perpendiculaire à son plan.

Mais figurons-nous quand même cette droite, et sur cette droite idéale prenons, comme précédemment, un point en sorte que les distances aux quatre sommets du tétraèdre soient égales à la longueur de l'arête a.

La quatrième direction doit être perpendiculaire aux droites qui joignent aux sommets le centre du tétraèdre, et la longueur de ces droites doit être inférieure à a : le point sur cette droite idéale pourra donc toujours être trouvé. Joignons-le aux quatre sommets, nous aurons dans le quatrième espace la forme tétraèdre 4 que nous nommerons T_4, issu du tétraède T_3. Comptons les sommets, les arêtes et les faces de cette forme nouvelle. Nous voyons qu'elle possède un sommet de plus, soit 5, de chaque sommet partent 4 arêtes communes à deux sommets ; les arêtes seront donc $\frac{5 \times 4}{2} = 10$. Ces 10 arêtes sont communes à trois faces et chaque face est formée de 3 arêtes, les faces seront donc $\frac{10 \times 3}{3} = 10$. Chaque face donne naissance à deux solides de la forme T_3,

qui possèdent chacun 4 faces, on aura donc $\frac{10 \times 2}{4} = 5$ solides T_3.

On appelle polyédroïdes les formes régulières des espaces supérieurs aux trois espaces. La forme T_4, limitée par cinq solides (tétraèdres) est donc un pentaédroïde.

Nous allons adopter, comme le fait M. Maurice Boucher d'ailleurs, la notation de M. Stringham, et nous désignerons par N_0 le nombre des sommets, dans l'espace 0, pour chaque figure ; par N_1 le nombre des arêtes dans l'espace 1 ; par N_2 celui des faces dans l'espace 2 ; par N_3 celui des solides à 3 dimensions, et par N_n celui des formes de n'importe quel espace. Ainsi nous avons obtenu pour le pentaèdroïde issu du triangle équilatéral : $N_0 = 5$, $N_1 = 10$, $N_2 = 10$, $N_3 = 5$, $N_4 = 1$. Puisque le nombre des sommets augmente de 1 chaque fois, pour T_n nous aurons $N_0 = n + 1$. N arêtes partiront de chaque sommet pour atteindre les sommets de la figure inférieure (de l'espace $n - 1$, par conséquent) et puisque ces arêtes sont communes à deux sommets, nous pourrons écrire $N_1 = \frac{(n+1)n}{2}$.

Les arêtes sont également communes à $(n - 1)$ faces, et chaque face est formée de 3 arêtes, alors

$$N_2 = \frac{(n+1)n(n-1)}{2 \cdot 3}$$

$(n - 2)$ solides correspondent à chaque face qui sont limités par 4 faces, d'où

$$N_3 = \frac{(n+1)n(n-1)(n-2)}{2 \cdot 3 \cdot 4}$$

donc pour N_k

$$N_k = \frac{(n+1)n(n-1) \ldots (n-k+1)}{2 \cdot 3 \cdot 4 \ldots\ldots k}.$$

Voyons à présent les formes régulières dérivées de l'hexaèdre régulier, c'est-à-dire du carré.

Une droite *a* que l'on déplace parallèlement à elle-même d'une longueur égale à *a*, engendre le carré. Si nous déplaçons le carré a^2 dans le sens de la troisième dimension de l'espace, nous aurons le cubes a^3. Si nous déplaçons ce cube a^3 dans le sens de la quatrième dimension et toujours perpendiculairement aux 3 autres et toujours, bien entendu, d'une longueur *a*, nous devons obtenir la figure a^4 du quatrième espace. Nous constatons aussitôt qu'à chaque déplacement le nombre de sommets de la figure est doublé. Pour la ligne *a* du premier espace il était de 2, pour a^2 de 4, pour a^3 de 8.

Gardons la notation de M. Stringham et appelons H_2, H_3, H_4... H_n les figures qui correspondent à l'hexaèdre dans les différents espaces, nous constaterons que N_0 étant égal à 8 dans le solide H_3, il sera 16 dans H_4 et généralement pour H_n : $N_0 = 2^n$.

Quant au nombre des arêtes partant de chaque sommet il est de 3 dans H_3, de 4 dans H_4, de *n* dans H_n. Mais chaque arète est donc

$$N_1 = \frac{2^n \times n}{2} = 2^{n-1} \times n.$$

Le nombre des plans communs à chaque arète augmente d'une unité chaque fois, il est donc de $(n - 1)$, mais si chaque face possède 4 arêtes, nous aurons que le nombre des faces sera

$$N_2 = 2^{n-1}\frac{n(n-1)}{4} = 2^{n-2}\frac{n(n-1)}{2}$$

De la même façon le nombre des volumes communs à chaque plan augmente chaque fois d'une unité : pour H_3 il était de 1, pour H_n, il sera de $(n - 2)$.

Puisque chaque cube possède 6 faces, le nombre des cubes est

$$N_3 = 2^{n-2} \frac{n(n-1)(n-2)}{2 \times 6} = 2^{n-3} \frac{n(n-1)(n-2)}{2 . 3}$$

et généralement

$$N_k = 2^{n-k} \frac{n(n-1) \ldots\ldots (n-k+1)}{2 . 3 \ldots\ldots k}.$$

La figure H_4 est limitée par 8 solides ou hexaèdres, elle sera donc un octaèdroïde. Appliquons le même procédé employé pour le pentaèdroïde et l'octaèdroïde afin d'obtenir les figures régulières dérivées de l'octaèdre régulier, dans les espaces supérieurs.

Prenons un carré régulier ABCD de côté a, du centre de ce carré menons une perpendiculaire au plan sur laquelle nous porterons de part et d'autre une longueur égale au rayon du cercle circonscrit $\frac{a\sqrt{2}}{2}$.

Joignons les points S, S' obtenus au sommet du carré, et nous aurons ainsi construit l'octaèdre régulier de côté a.

Si nous voulons obtenir la forme O_4 dans le quatrième espace, menons du centre de l'octaèdre une ligne vers la quatrième direction perpendiculaire au solide ou à ses trois axes, et dans les deux sens. Prenons sur cette ligne deux points dont les distances au centre de l'octaèdre soit égale au rayon de la sphère circonscrite $\frac{a\sqrt{2}}{2}$, et unissons ces deux points aux précédents sommets. Le rayon de la sphère sera toujours le même, quelque soit l'espace. S'il est égal à 1, le côté a sera $= \sqrt{2}$.

Nous avons ainsi obtenu pour O_4 deux nouveaux sommets, c'est-à-dire en tout 8, répétons la construc-

tion pour tous les espaces supérieurs, et nous aurons pour l'espace n

$$N_0 = 2n$$

Des arêtes partent de chaque nouveau sommet, vers les sommets de la figure précédente, c'est-à-dire de la figure de l'espace $(n - 1)$. Ces sommets sont au nombre de $2(n - 1)$. A chaque sommet aboutissent donc $2(n - 1)$ arêtes et puisque chaque arête a deux sommets communs le nombre total des arêtes sera de

$$N_1 = \frac{4n(n-1)}{2}.$$

Deux nouvelles faces partent de chaque arête qui rejoignent les deux sommets nouveaux, à chaque arête correspond donc $2(n - 2)$ faces, ces faces sont triangulaires et possèdent ainsi 3 arêtes. Le nombre total des faces sera

$$N_2 = \frac{8n(n-1)(n-2)}{2 \,.\, 3\,.}.$$

Il en est de même pour les solides limites, qui sont communs à $2(n - 3)$ faces et qui sont des tétraèdres, c'est-à-dire qu'ils possèdent quatre faces. Le nombre total des solides sera

$$N_3 = \frac{16n(n-1)(n-2)(n-3)}{2 \,.\, 3 \,.\, 4\,.}$$

et généralement

$$N_k = 2^{k+1} \frac{n(n-1)(n-2) \ldots\ldots (n-K)}{1 \,.\, 2 \,.\, 3 \ldots\ldots (K+1)}.$$

La figure du quatrième espace limitée par 16 solides qui sont des tétraèdres est un hexadécaèdroïde.

Nous venons d'appliquer le même procédé pour obtenir les polyédroïdes dérivés du tétraèdre, de

l'hexaèdre et de l'octaèdre dans les espaces supérieurs ; pouvons-nous appliquer ce même procédé à l'égard de toutes les formes régulières appartenant aux espaces supérieurs ?

M. Stringham a montré qu'il existe, mais uniquement dans le quatrième espace, trois autres formes régulières, et il a pu déterminer d'une façon générale tous les polyédroïdes réguliers. Ses considérations sont les suivantes : les angles des figures régulières appartenant à l'espace n sont constitués par un faisceau de lignes émanant d'un sommet commun, formé d'au moins n lignes ; s'il n'en était ainsi l'angle appartiendrait à un espace moindre que n. Donc, l'angle le plus simple à n dimensions possèdera n arêtes. Ces arêtes combinées deux à deux donnent $\frac{n(n-1)}{2}$ faces — limites à deux dimensions ; si nous les combinons trois à trois, nous aurons

$$\frac{n(n-1)(n-2)}{2 \cdot 3} .$$

trièdres à trois dimensions et ainsi de suite. Il faut que tout angle régulier ait toutes ses limites égales en forme et en grandeur dans tout espace déterminé. Ainsi, le nombre d'angles réguliers à n dimensions pouvant être formé d'un assemblage d'angles réguliers à $(n-1)$ dimensions est limité par le nombre des arrangements symétriques dans un espace $(n-1)$. C'est-à-dire que si nous prenons en partant du sommet de l'angle régulier à n dimensions des longueurs égales sur les arêtes, ces lignes égales devront se terminer aux sommets des figures régulières de l'espace à $(n-1)$ dimensions. Par exemple, dans le cas d'un polyèdroïde régulier du quatrième espace, les lignes égales parties de chaque sommet devront se terminer aux sommets de polyèdres réguliers

égaux. Il résulte clairement de ce qui précède que les différents angles réguliers d'un espace *n* sont égaux en nombre aux figures régulières de l'espace (n — 1), ainsi que le nombre des arêtes est égal au nombre des sommets d'une figure régulière de l'espace (n — 1). Les angles réguliers à quatre dimensions pouvant produire des formes régulières sont au nombre de cinq, et le nombre des arêtes de ces cinq angles à partir d'un même sommet sera : 4 — 8 — 6 — 20 — 12.

Ces chiffres correspondent au nombre des sommets des 5 polyèdres réguliers. Ces arêtes se subdivisent en faisceaux du troisième espace qui aboutissent aux faces régulières de ces polyèdres. Ces faisceaux ont : 3 — 4 — 3 — 5 — 3 arêtes, respectivement. Ils déterminent ainsi trois sortes d'angles du troisième espace à 3, 4 et 5 arêtes.

Considérons un instant ces angles à trois arêtes ou trièdres. Les 3 angles réguliers du quatrième espace correspondent aux trois polyèdres réguliers qui sont limités par des faces triangulaires : c'est-à-dire, le tétraèdre, l'octaèdre, l'icosaèdre ; ces angles donnent ainsi des assemblages de 4, 8, 20 trièdres, alors que les angles trièdres du troisième espace étant formés par la tétraèdre, l'hexaèdre et le dodécaèdre, l'angle du quatrième espace sera limité par 4 — 8 — 20 tétraèdres, hexaèdres ou dodécaèdres.

Pour ce qui touche aux angles à quatre arêtes ou tétraèdres : l'angle régulier du quatrième espace correspond à l'hexaèdre, c'est-à-dire 6 faces à 4 sommets, et produit un assemblage de 6 angles tétraèdres : l'angle du troisième espace provient de l'octaèdre, alors que celui du quatrième espace sera limité par 6 octaèdres. Quant aux angles à 5 arêtes ou pentaèdres : l'angle régulier du quatrième espace

correspond au dodécaèdre, c'est-à-dire 12 faces et 5 sommets, et produit un assemblage de 12 angles pentaèdres : l'angle du troisième espace provient de l'icosaèdre, alors que celui du quatrième espace sera limité par 12 icosaèdres.

De l'étude de M. Stringham sur ces différents cas il résulte qu'il peut exister des figures réciproques, réelles, imaginaires ou infinies, et que le quatrième espace possède 6 figures régulières, à savoir : le pentaèdroïde, l'octaèdroïde, l'hexaèdroïde, qui, nous l'avons vu précédemment, se reproduisent dans les autres espaces ; de plus, mais dans le quatrième espace exclusivement :

Le 120 édroïde (1) formé de 120 dodécaèdres.

Le 24 édroïde formé de 24 octaèdres.

Le 600 édroïde formé de 600 tétraèdres.

M. Maurice Boucher dans son appendice sur les Formes régulières des espaces supérieurs nous montre des dessins de formes régulières du quatrième espace avec, en pointillé, les lignes supposées du quatrième espace. Il nous montre aussi l'aspect de la figure de projection de l'hexadécaèdroïde, d'après M. Victor Schlegel. Ces dessins sont certainement fort intéressants et nous fournissent une idée de la genèse des formes régulières du quatrième espace issues de plusieurs polyèdres réguliers, mais j'éprouve une certaine hésitation à les reproduire ici. En effet, pour obtenir une forme régulière dans un espace 4, il faut, nous l'avons vu à maintes reprises, diriger une ligne perpendiculaire aux trois autres, de l'espace inférieur

(1) On nomme édroïde $n+1$ la figure dérivée du tétraèdre $N^{n-1} = n + 1$, ainsi que nous l'avons vu en étudiant le tétraèdre et les formes auxquelles il donne naissance ; $2n$ édroïdre, celle dérivée de l'hexaèdre $N^{n-1} = 2^n$; $2n$ édroïdre celle dérivée de l'octaèdre $N^{n-1} = 2^n$.

et cela vers la quatrième direction. Or, nous ne pouvons voir cette quatrième direction pas plus que nous pouvons nous la figurer dans l'espace, et puisque cette direction nous est pour le moment inconnue, comment pouvons-nous admettre que des figures construites en partie dans un espace qui nous est interdit soient géométriquement exactes et répondent vraiment à la forme de ces dessins supposés représenter des figures d'espaces supérieurs ?

Nous nous contenterons donc d'admettre ici, pour le moment, le nombre des sommets, des arêtes, des faces, des solides à trois dimensions, ainsi que celui des formes d'un espace quelconque N_n dérivé des cinq polyèdres réguliers qui font partie de l'espace à trois dimensions, comme nous l'avons montré dans ce chapitre. Nous donnerons quatre tableaux qui résumeront les calculs précédents et indiqueront le nombre des sommets, arêtes, faces, etc., des six polyèdroïdes, en rappelant que dans ces tableaux, toujours d'après l'anotation de M. Stringham, on désigne par N_0 le nombre des sommets (espace zéro) dans chaque figure, par N_1 le nombre des arêtes (espace un), celui des faces par N_2, celui des solides à trois dimensions par N_3, et celui d'un espace quelconque par N_n ; de même que T_2, T_3, T_4, ... T_n indiquent les formes régulières dérivées du tétraèdre régulier dans les espaces 2, 3, 4, ...*n* ; H_2, H_3, H_4..... H_n les formes régulières dérivées de l'hexaèdre régulier dans les espaces 2, 3, 4, ...*n*, tout comme 0_2, 0_3 0_4, ... 0_n désignent les formes régulières issues de l'octaèdre régulier dans les espaces 2, 3, 4 .....*n*.

Le premier tableau correspond aux formes nées du tétraèdre régulier, le deuxième à celles venues de l'hexaèdre, le troisième à celles dérivées de l'octaèdre.

Le quatrième tableau se rapporte aux trois derniers polyèdroïdes réguliers du quatrième espace : le 24 édroïde, le 120 édroïde, le 600 édroïde.

Pour le Tétraèdre T_4 *est un pentaèdroïde*

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_n
N_0	2	3	4	5	$n + 1$
N_1	1	3	6	10	$\frac{(n+1)n}{2.}$
N_2	»	1	4	10	$\frac{(n+1)n(n-1)}{2.3.}$
N_3	»	»	1	5	$\frac{(n+1)n(n-1)(n-2)}{2.3.4.}$
N_4	»	»	»	1	
N_k	»	»	»	»	$\frac{(n+1)n(n-1)\ldots\ldots(n-k+1)}{2.3\ldots\ldots k}$

Pour l'Hexaèdre H_4 *est un octaédroïde*

	H_1	H_2	H_3	H_4	H_n
N_0	2	4	8	16	$2n$
N_1	1	4	12	32	$2^{n-1} \times n$
N_2	»	1	6	24	$2^{n-2} \frac{n(n-1)}{2}$
N_3	»	»	1	8	$2^{n-3} \frac{n(n-1)(n-2)}{2.3}$
N_4	»	»	»	1	
N_k	»	»	»	«	$2^{n-k} \frac{n(n-1)\ldots\ldots(n-k+1)}{2.3\ldots\ldots k}$

Pour l'octaèdre O_4 est un hexadécaédroïde

	O_2	O_3	O_4	O_n
N_0	4	6	8	$2n$
N_1	4	12	24	$2^2 \frac{n(n-1)}{2}$
N_2	1	8	32	$2^3 \frac{n(n-1)(n-2)}{2 . 3}$
N_3	»	1	16	$2^4 \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2 . 3 . 4}$
N_4	»	»	1	
N_k	»	»	»	$2^{k+1} \frac{n(n-1)(n-2) \ldots\ldots (n-k)}{1 . 2 . 3 \ldots\ldots (k+1)}$

Pour les trois derniers polyédroïdes réguliers du 4e espace

	24 Etroïde	120 Edroïdes	600 Edroïdes
N_0	24	600	120
N_1	96	1200	720
N_2	96	720	1200
Faces	Triangles équilatéraux	Pentagones réguliers	Triangles équilatéraux
N_3	24	120	600
Polyèdres	Octaèdres	Dodécaèdres	Tétraèdres

Les quatre tableaux qui précèdent donnent la description de la structure, de l'ossature si l'on veut, des formes régulières des espaces supérieurs, puisque nous pouvons ainsi connaître le nombre des sommets, des arêtes, des faces, des solides dont chaque figure est formée.

Partis des premiers éléments euclidiens nous avons passé au travers des trois espaces de notre géométrie et nous avons atteint le problème de l'hyperespace

et les formes pouvant appartenir aux espaces supérieurs. Nous allons à présent abandonner la géométrie proprement dite pour le problème de l'Espace considéré du point de vue de la Physiologie, et nous étudierons les organes chargés de faire communiquer notre Moi avec le monde extérieur, c'est-à-dire avec l'Espace.

DEUXIÈME PARTIE

LA PHYSIOLOGIE

> « La Vérité ne se révèle qu'à celui qui l'aime passionnément pour elle-même et sans aucun but intéressé. »
>
> E. de Cyon.
> (*Les nerfs du Cœur.*)

CHAPITRE PREMIER

A LA RECHERCHE DU SENS DE L'ESPACE

De Venturi à de Cyon.

Tous les grands penseurs, depuis Aristote en passant par saint Thomas d'Aquin et en finissant par Helmholtz, avaient considéré l'ouïe comme le plus intellectuel et le plus élevé de nos cinq sens. Mais c'est à la fin du XVIIIe siècle seulement que furent tentées les premières recherches expérimentales qui devaient montrer que la Physiologie seule était à même de résoudre les problèmes du Temps et de l'Espace alors que les recherches des philosophes et des métaphysiciens avaient atteint, en vue de trouver la solution à ce

problème si vaste de la Psychologie, un point que leurs théories ne pouvaient dépasser. Le premier qui tenta la solution du problème par l'expérimentation physiologique fut un physicien de Bologne, Venturi, qui publia sous ce titre *Riflessioni sulla conoscenza dello Spazio che noi possiamo ricevere dell'audito* ses études sur le sens de l'Espace. Les recherches de Venturi étaient dirigées vers la détermination des directions des sons. «Comment donc l'oreille nous indique-t-elle cette direction ? Quel rapport existe-t-il entre le sens de l'ouïe et la connaissance des différents lieux de l'Espace ? » se demande Venturi, et il ajoute : « De grands génies ont traité le problème à l'égard de la vue : l'éclairer à l'égard de l'ouïe ce serait avancer d'un degré l'analyse des sentiments et la connaissance de nous-même. »

A peu près vers la même époque, le professeur Vassali communique à l'Académie de Turin le 12 janvier 1734. « La découverte faite par l'abbé Spalanzani et vérifiée par lui-même que les chauves-souris, privées de la faculté visuelle, conservent néanmoins le pouvoir d'éviter les obstacles placés sur leur chemin tout comme si elles avaient la vue. » La conclusion de Spalanzani était que les chauves-souris possédaient un sixième sens, celui de l'orientation, qui leur permettrait d'éviter les obstacles, sens, disait Spalanzani « qui nous manque et dont nous ne pouvons avoir aucune idée ».

Quelques années plus tard le physiologiste Autenrieth publiait dans les *Archives d'Anatomie et de Physiologie de Reil* des études expérimentales sur la direction des sons qui devaient être fécondes et apportaient la première base sur laquelle allait se dresser dans la suite l'édifice de la théorie de l'Espace et du Temps. En effet, Autenrieth concluait que *l'oreille et*

notamment les trois canaux semicirculaires situés dans les trois dimensions de l'Espace nous fournissent des sensations de directions. Cette remarquable conclusion d'Autenrieth devait permettre à l'éminent physiologiste Flourens de commencer ses expérimentations directes sur les canaux semicirculaires du labyrinthe de l'oreille, et de proclamer que la section des canaux semicirculaires provoque des mouvements forcés des animaux dans la direction correspondant au plan de chaque canal opéré.

Avant de pénétrer dans l'étude des recherches et des expériences de l'illustre Flourens, nous tenons à faire remarquer que le grand Cuvier n'était pas resté insensible aux travaux de l'abbé Spalanzani ; il essaya d'expliquer l'observation portée à la connaissance de l'Académie de Turin, sans recourir toutefois à l'hypothèse du sixième sens. Selon lui, l'orientation des chauves-souris aveuglées s'effectuait grâce à l'extrême sensibilité dont sont pourvues les ailes et l'oreille extérieure de ces cheiroptères. Jurine, de Gênes, étudia également les expériences de Spalanzani, niant, comme Cuvier l'avait fait, l'existence d'un sixième sens, et concluait que l'ouïe est le siège de l'organe de l'orientation. Mais Spalanzani ne poursuivit malheureusement pas ses recherches et il ignora toujours les canaux semicirculaires de l'oreille. Flourens fit donc connaître ses expériences sur les troubles moteurs occasionnés par la lésion des canaux semicirculaires dans un mémoire lu à l'Académie des Sciences de Paris, en 1829. Ses expériences étaient faites sur les pigeons, avec un soin et une habileté qu'aucun expérimentateur n'a jamais dépassés, et ses « Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux chez les animaux vertébrés » publiées en 1842 contiennent toutes les

observations recueillies par lui de la façon la plus minutieuse.

Les phénomènes décrits par Flourens ont été, dans la suite, constatés et confirmés par tous les expérimentateurs les plus consciencieux. Mais voici textuellement quelques passages pris aux premières communications du savant physiologiste : « La section du canal horizontal des deux côtés est suivie d'un mouvement brusque et impétueux de la tête de droite à gauche et de gauche à droite : la section du canal vertical inférieur des deux côtés est suivie d'un brusque mouvement vertical de bas en haut et de haut en bas, et la section du canal vertical supérieur, toujours des deux côtés, est suivie d'un mouvement vertical inverse, c'est-à-dire de haut en bas et de bas en haut ». Flourens concluait ainsi : « La section de chaque canal détermine donc une suite de mouvements, lesquels s'exécutent dans le sens même de la direction du canal. Il y a donc un rapport donné, un rapport existant entre la direction du canal semi-circulaire et la direction du mouvement produit par la section de chaque canal ». Voici encore ce qu'écrivait plus tard Flourens sur les rapports existant entre les canaux semi-circulaires et les hémisphères cérébraux. « J'en viens à mes nouvelles expériences. Le cerveau (lobes ou hémisphères cérébraux) ayant été retranché sur plusieurs pigeons, la section de chaque canal a produit son effet ordinaire : celle des canaux horizontaux des mouvements horizontaux ; celle des canaux verticaux antéro-postérieure des mouvements verticaux d'avant en arrière ; celle des canaux verticaux postéro-antérieurs des mouvements verticaux d'arrière en avant. » La force de ces mouvements étant d'une extrême violence chez les animaux opérés, Flourens en avait conclu

que les forces modératrices de ces mouvements étaient localisées dans les canaux. Dès 1828 donc, Flourens avait pu, grâce à sa remarquable intuition, se faire une idée absolument exacte des véritables fonctions des canaux semi-circulaires.

Les physiologistes Schiff, Brown Séquard, Czermak et quelques autres, tentés par ces expériences, voulurent les reproduire, mais ils n'obtinrent aucun résultat à cause de la grossièreté de leur méthode d'expérimentation. Goltz ne manqua pas d'attirer à son tour l'attention des physiologistes allemands sur les conclusions de Flourens, mais voici de quelle façon il opérait ses pigeons : il arrachait, au moyen d'un trépan, les labyrinthes des deux oreilles, avec les os occipitaux et les muscles les recouvrant. Cette ablation brutale causait d'inévitables hémorrhagies et de fortes lésions du cervelet. S'étonnera-t-on après cela que Bollcher, se basant sur les travaux de Goltz, ait nié l'influence qu'exercent les canaux semi-circulaires sur la production des troubles moteurs constatés ? Goltz avait déduit de ses expérimentations une conclusion tout autre que celle de Flourens au sujet de l'équilibre du corps produit par les canaux. Selon lui, c'est au seul maintien de l'équilibre de la tête qu'influaient les canaux d'une manière directe. Goltz, qui au lieu d'opérer chaque canal semi-circulaire détruisait entièrement le labyrinthe de l'oreille, a néanmoins fait école. Ewald, fidèle à cette méthode erronée, ne coupait ni n'excitait chaque canal isolément.

Lowemberg a été beaucoup plus soigneux. Il a pratiqué des sections isolées des canaux semi-circulaires. Il a également produit des excitations de ces canaux par des moyens mécaniques et même chimiques.

Mais rien de nouveau n'avait été ajouté aux belles

expériences de Flourens et son travail eut été probablement infécond si, en 1869 (c'est-à-dire quarante années après la lecture du mémoire de Flourens à l'Académie des Sciences de Paris) Vulpian n'eut attiré l'attention du Docteur Elie de Cyon sur les phénomènes découverts par le physiologiste français. De Cyon, invité par Longet, faisait ce jour-là dans l'Amphithéâtre de l'Ecole de Médecine une démonstration des fonctions des nerfs du cœur. Vivement intéressé par cette question toute nouvelle pour lui et doué d'une remarquable clairvoyance, Elie de Cyon se dédiait le lendemain même aux études et aux expérimentations de Flourens et constatait aussitôt que « c'est du côté de notre orientation dans l'Espace et de la localisation des objets extérieurs qui nous entourent qu'il fallait chercher la véritable destination physiologique du système des canaux semi-circulaires » (1). Quant à Vulpian, ce savant attribuait au vertige auditif les troubles observés par Flourens.

La guerre de 1870 étant survenue, les premières communications de de Cyon ne parurent qu'en 1873, dans les Archives de Pfüger. Elles se rapportaient aux résultats de ses expériences faites en 1872 en collaboration avec son élève le Docteur Solucha. Toutefois, la question de l'équilibre de notre corps et la coordination de nos mouvements n'était pas nouvelle pour de Cyon : elle avait été étudiée par lui dans sa thèse *Sur la chorée et ses rapports avec les maladies du cœur*, ainsi que dans sa monographie sur le *tabès dorsalis* qui lui avait fait entreprendre dans le laboratoire de Ludwig une longue série d'expériences lesquelles avaient mis en évidence un facteur essentiel

(1) *L'oreille*, organe d'orientation dans le Temps et dans l'Espace par le Dr Elie de Cyon, chez Félix Alcan, 1911.

dans le maintien de l'équilibre et la coordination des muscles qui y contribuent : ce facteur était la graduation des intensités d'innervation.

Lorsque nous soulevons un fardeau de telle sorte que le mouvement exige de notre bras la contraction du biceps, le triceps doit être également innervé, sans quoi le mouvement devient saccadé. Il faut donc qu'il y ait équilibre entre les abducteurs et les adducteurs. Mais ce n'est pas tout, il faut aussi que l'innervation de chaque muscle se fasse dans une certaine proportion, que le biceps soit plus innervé que le triceps, que les abducteurs et les adducteurs reçoivent une innervation d'égale intensité. Si ces conditions ne sont pas remplies, le mouvement ne sera pas celui que l'on désire. De Cyon établissait que par incoordination ou ataxie on ne doit comprendre que les mouvements basés sur une innervation inutile des antagonistes ou bien sur le manque d'innervation des muscles nécessaires à la production des mouvements. A cette catégorie appartiennent selon de Cyon les troubles moteurs dans la chorée. Ayant établi ce point dans les troubles moteurs qui, d'après Flourens déjà, sont dus habituellement à la lésion des canaux semi-circulaires, Elie de Cyon voulut se rendre compte de quelle nature étaient ces troubles moteurs : s'agissait-il de troubles de coordination ou de troubles d'innervation ? Il fallait d'abord savoir dans quelle mesure une attitude anormale de la tête est capable de modifier le sentiment d'équilibre de l'animal et de produire des anomalies motrices. Longet avait depuis longtemps démontré que les troubles moteurs qui se manifestent n'ont aucune relation avec l'écoulement du liquide cérébro-spinal, mais constituent un phénomène secondaire occasionné par la section des muscles de la nuque, qui produisait la perte immé-

diate du sentiment d'équilibre et cette perte était la cause des troubles moteurs constatés. La section de tous les muscles de la nuque n'est pas nécessaire pour obtenir ce résultat. Celle des muscles droits postérieurs est suffisante pour que la démarche de l'animal devienne vacillante et incertaine.

De Cyon constata la justesse de toutes ces expériences de Longet. Il nous dit en effet (1) qu' « aussitôt après la section des muscles droits de la tête, grand et petit postérieur, une oscillation se montrait des deux côtés chez la plupart des chiens. Lorsqu'on les forçait à marcher ils étendaient les pattes, marchaient le plus souvent avec une grande lenteur, la tête légèrement penchée en bas. Les animaux posaient leurs pattes sur le parquet avec la plus grande précaution et toujours de façon à écarter le plus possible l'une de l'autre les pattes de devant ». Toutefois, au bout de cinq à six jours l'attitude du corps et la marche redevenaient normales.

On a fait une autre expérience : sans produire de lésions importantes, on a donné artificiellement aux pigeons une attitude de la tête pareille à celle constatée lors de la destruction des canaux semi-circulaires, c'est à-dire que le bec est dirigé en haut et l'occiput vers le sol. Les animaux dont la tête a été fixée de la sorte se conduisent comme ceux dont les canaux ont été détruits, aussi bien les verticaux que les horizontaux. Voici quels sont les troubles curieux qui surviennent chez ces animaux : ils ne peuvent conserver leur équilibre et cherchent en s'appuyant sur leur queue un troisième point d'appui. Ils y réussissent rarement : ils tombent alors à la renverse, après avoir quelquefois fait une culbute par dessus

(1) *L'Oreille.*

leur tête. Ils accomplissent parfois aussi des mouvements de manège, presque toujours dans une seule et même direction. Dès que l'on donne à la tête son attitude normale, tous ces phénomènes disparaissent. Comme le dit fort justement M. de Cyon « l'attitude normale de la tête est importante pour que l'animal soit à même de conserver son équilibre, d'exécuter des mouvements rationnels ». Mais il constate de plus, que les erreurs dans les perceptions visuelles, quand elles sont brusquement produites, peuvent occasionner des troubles dans le sentiment d'équilibre. De Cyon a fixé des lunettes aux verres prismatiques devant les yeux d'un pigeon affecté ainsi de strabisme artificiel : il manifeste presque tous les troubles d'un animal après la section de ses canaux semi-circulaires.

Toutes les expériences faites par de Cyon lui permettaient de formuler, en l'année 1873, que les troubles moteurs étaient la conséquence directe des erreurs dans les perceptions visuelles et auditives, ces perceptions pouvant nous orienter, dans les conditions normales, sur la situation des objets placés dans l'espace extérieur ainsi que sur la position de notre corps dans cet espace. Goltz croyait au contraire que ces troubles étaient produits, durant les différents mouvements de la tête, par le déplacement de l'endolymphe des canaux. Cette théorie a été reconnue fausse par des savants comme Bornhardt et Ewald, et nous verrons que les travaux de M. de Cyon devaient l'amener à formuler plus tard la vraie théorie physiologique de l'espace.

Expériences de de Cyon sur les canaux semi-circulaires de l'oreille.

Après avoir étudié, comme nous venons de le voir, le rôle des attitudes de la tête dans les troubles moteurs, de Cyon aborda l'expérimentation des canaux semi-circulaires. Les premières communications datent des années 1877-78. Ainsi que nous l'avons déjà dit pour Flourens, la section des canaux semi-circulaires exige la plus grande précision et les soins les plus méticuleux, si l'on désire obtenir des observations indiscutables, et éviter les erreurs commises par Goltz et dues, en grande partie, à sa grossière méthode expérimentale. De Cyon, tout comme Flourens, était un opérateur parfait. On en jugera par la description du procédé cité par lui dans son ouvrage sur l'oreille déjà mentionné, et on admirera le soin qu'il prend à éviter les hémorrhagies qui rendent impossible toute ultérieure précision (1).

« La situation profonde des canaux semi-circulaires, ainsi que le voisinage immédiat du cervelet, c'est-à-dire d'un organe dont les lésions entraînent des anomalies motrices si prononcées, exigent dans ces expériences la plus grande prudence. Pareille prudence est d'autant plus nécessaire que les opérations dont il s'agit sont pratiquées le plus souvent sur le pigeon chez lequel une hémorrhagie survenant pendant qu'on recherche les canaux semi-circulaires amène inévitablement des infiltrations sanguines des os du crâne, des méninges et du cervelet ; ces infiltrations sont dues à l'exiguité des parties et aux

(1) D'ailleurs, M. de Cyon a décrit ces méthodes opératoires jusque dans leurs moindres détails dans sa *Méthodique des expériences et des vivisections physiologiqnes.* dont je cite le passage suivant.

anastomoses qui existent entre les vaisseaux sanguins et à la finesse des parties osseuses dans lesquelles sont encastrés les canaux ainsi que les vaisseaux sanguins du cervelet. La première condition d'une expérience probante sur les canaux semi-circulaires consiste ainsi dans leur mise au jour, sans la moindre perte de sang. Une pareille mise au jour est, en outre, absolument indispensable, afin de rendre possible une expérimentation élégante sur chaque canal semi-circulaire isolé, ainsi que l'observation nette et précise des anomalies motrices provoquées. Le meilleur moyen d'immobiliser le pigeon consiste à l'envelopper dans une serviette, dont on fixe le bord libre avec une épingle de sûreté. Il est nécessaire de rétrécir l'orifice autour du cou, afin que le pigeon ne puisse ni rentrer sa tête ni faire trop avancer son corps. On fixe la tête en plaçant le bec entre l'index et le médius de telle façon que la surface dorsale de l'index se trouve sous le maxillaire inférieur et la surface ventrale du médius sur le côté nasal du bec. (Il faut veiller à ce que les orifices nasaux ne soient pas obstrués.) On peut alors, avec le pouce et l'annulaire de la même main, tendre la peau de la tête, écarter les bords de la plaie, etc. Dans des opérations qui durent assez longtemps et où la tête doit être bien fixée, sans que les animaux se trouvent serrés, sans pourtant que leur respiration soit gênée, il est souvent préférable de maintenir la tête, au niveau des deux temporaux, avec le pouce et l'index de la main gauche. Si l'on veut, pendant l'opération, avoir les deux mains libres, on introduit le bec dans un entonnoir en bois ouvert des deux côtés, où on le fixe à l'aide d'un lien en caoutchouc ou à l'aide d'une paire de sutures faites à travers la peau de la tête. En sectionnant la peau,

on doit éviter autant que possible de blesser les fins vaisseaux sanguins qui se trouvent au niveau de la ligne de réunion des deux moitiés de la musculature de la nuque. Pour éviter pareil accident, on forme de cette peau un pli transversal et on la coupe avec des ciseaux, ou bien, après avoir refoulé la peau de la tête sur la partie de la voûte crânienne dépourvue de muscles, on la sectionne ici avec un couteau tranchant. »

« Les muscles insérés avec l'occiput sont très riches en vaisseaux et leurs lésions avec des instruments tranchants provoquent des hémorrhagies abondantes. Les vaisseaux sont particulièrem nt développés au niveau de la ligne médiane et au milieu du trajet longitudinal de leurs fibres. Aussi ne doit-on jamais se rapprocher de la ligne médiane ou léser les muscles à une profondeur dépassant de 3 à 5 millimètres leur insertion supérieure. Le meilleur procédé consiste à se frayer une voie vers l'enveloppe osseuse en suivant la limite qui sépare le bord externe du muscle large de la nuque et le bord interne d'un muscle plus étroit qui s'insère dans le voisinage. Cette limite est nettement indiquée par une raie blanchâtre. A l'aide d'une aiguille mousse, on sépare avec précaution les deux muscles et, en refoulant lentement en dedans le bord externe du muscle plus large, on tombe sur l'enveloppe osseuse sous laquelle apparaît le point de croisement du canal horizontal avec le petit canal vertical. Si l'on veut mettre l'os à nu sur une étendue plus grande, ce qui est d'ailleurs nécessaire lorsqu'on opère sur le canal sagittal, on détache de l'os et découpe avec des ciseaux fins l'insertion supérieure du muscle large, en commençant par son bord externe. Mais dans un cas comme dans l'autre, on doit enlever en

même temps le périoste, afin de ne pas blesser les fibres musculaires. »

« Si toutes ces manipulations sont exécutées avec soin, l'opération ne doit amener aucune perte de sang. La fine lamelle osseuse, d'une transparence vitrée, qui sert de voûte à la cavité formée de cellules osseuses et qui renferme les canaux, reçoit un vaisseau sanguin qu'on évitera avec soin, lorsqu'on soulèvera la voûte. Ce vaisseau parcourt un trajet courbe : parallèle d'abord à cette portion du petit canal vertical qui est situé au-dessus du point de croisement, il se dirige ensuite en arrière et en haut et parvient à une petite distance au-dessus de la partie postérieure du canal horizontal. Aussi doit-on ménager dans ces passages la voûte, qu'on ouvrira de préférence au niveau de l'angle postéro-supérieur du croisement que forment les canaux horizontal et vertical. Le moyen le plus commode d'ouvrir la voûte consiste à introduire d'abord la pointe d'une des branches d'une fine pince et à faire ainsi sauter un petit morceau d'os. On enlève ensuite avec la même pince le reste de la voûte, dans les limites tracées par le trajet des vaisseaux, ainsi que les cellules osseuses qui entourent les canaux. Dans les deux angles antérieurs de la croix, cette ablation des cellules osseuses peut être faite sans hésitation : on y pénètre dans la profondeur, jusqu'aux ampoules dont l'accès est très facile, par l'angle antéro-postérieur. »

« On doit procéder avec plus de précaution pour la mise à nu des angles postérieurs. Pour ce qui est de l'inférieur de ces angles, on fera bien de l'éviter complètement, l'ablation de la voûte étant ici presque impossible sans hémorrhagie. La seule précaution à observer lors de la préparation de l'angle

supérieur consiste à ménager, au niveau du bord supérieur, le vaisseau sanguin adjacent au canal osseux. Ce vaisseau sanguin s'incurve en bas, exactement au milieu du point de croisement, et longe ensuite la partie postérieure du canal horizontal inférieur. On peut encore pénétrer facilement jusqu'aux ampoules par l'angle postéro-supérieur de la croix. Le canal semi-circulaire sagittal (que j'avais d'abord déclaré comme difficilement accessible, à cause de la lésion concomitante du cervelet qui se trouve en contact immédiat avec la paroi postérieure du canal osseux) est également d'un accès facile, ainsi que j'ai pu m'en assurer à la suite d'un exercice plus prolongé. Le vaisseau qui l'accompagne étant plus facile à éviter pendant l'opération que le vaisseau adjacent au canal horizontal, il en résulte que la section est souvent même plus facile que celle de ce dernier. On ne doit seulement pas le chercher trop en arrière, mais plutôt dans l'angle postéro-supérieur, près du point d'incurvation visible du petit canal semi-circulaire vertical. »

« Une fois les canaux osseux suffisamment mis à nu, on peut exécuter sur eux les opérations ultérieures avec une grande aisance. Si l'on ne veut observer que les suites de la lésion pure et simple, on fera bien d'ouvrir le canal osseux avec précaution dans un endroit à l'aide d'une pointe fine, pointue mais très élastique. On se gardera bien, toutefois, de briser l'os en une seule fois, mais on l'amincira en râclant légèrement, jusqu'à ce qu'il produise un petit trou. La lymphe ne s'écoule pas par cet orifice et on peut avec un éclairage convenable percevoir une pulsation de ce liquide déterminée probablement par le vaisseau sanguin qui parcourt le canal membraneux d'une manière ana-

logue aux pulsations visibles du liquide cérébro-spinal. On pénètre dans l'orifice ainsi pratiqué avec des ciseaux fins, dont les pointes sont écartées l'une de l'autre, de façon à se trouver en contact avec les bords opposés de l'orifice et, qu'en pénétrant plus en avant, elles puissent saisir et couper le canal membraneux. On obtient de cette façon une section aussi propre que possible du canal semi-circulaire. Un procédé moins élégant, mais tout aussi sûr, consiste à sectionner simultanément avec des ciseaux fins le canal osseux et le canal cutané. Ceci peut se faire sans le moindre danger d'hémorrhagie, lorsqu'on sectionne le petit canal vertical *au-dessous* et l'horizontal en avant du point de croisement, c'est-à-dire en des points où ni l'un ni l'autre ne sont accompagnés de vaisseaux sanguins. Lorsqu'on sectionne le grand canal vertical (le sagittal) ou les canaux qui viennent d'être nommés, mais en des points autres que ceux que je viens d'indiquer, on doit bien diriger les mouvements des branches des ciseaux, afin de ne pas blesser les vaisseaux. On introduit d'abord avec précaution les pointes des ciseaux le long du canal semi-circulaire osseux, jusqu'à l'enveloppe osseuse des vaisseaux qui l'accompagnent et on ne referme les ciseaux que lorsqu'on est sûr de ne pas saisir en même temps le vaisseau. Si on n'est pas sûr de sa main on procèdera de la façon suivante : Après avoir pratiqué, de la manière qui vient d'être décrite, un petit orifice dans le canal semi-circulaire osseux, on l'élargira quelque peu en enlevant avec la pince de petits morceaux d'os sur les bords, et après avoir introduit une fine aiguille sous le canal cutané, on le soulèvera un peu. On pourra alors le sectionner en toute sécurité à l'aide de ciseaux fins. Dans les expériences servant

aux démonstrations, on peut encore sectionner les canaux semi-circulaires en même temps que l'enveloppe osseuse. »

Après la lecture de cette longue et précise explication de la méthode employée par de Cyon pour la section des canaux semi-circulaires on reconnaîtra de quelle facon minutieuse ses expérimentations étaient faites et avec quel soin le remarquable physiologiste opérait.

Nous résumerons en trois catégories les troubles moteurs occasionnés aux pigeons par la section des canaux semi-circulaires, c'est-à-dire, si l'on a sectionné les différents canaux un à un, si l'on a détruit unilatéralement les canaux semi-circulaires, et, enfin, dans le cas d'ablation des six canaux semi-circulaires.

Une fois les canaux semi-circulaires mis à nu, selon le procédé qui a été décrit, on les sectionne avec des ciseaux fins. Après que le canal horizontal a été sectionné, l'animal exécute avec sa tête, que l'on a remise en liberté, quelques mouvements latéraux qui d'ailleurs ne durent pas. Il faut remarquer ceci : les mouvements de la tête partent du côté opéré, c'est-à-dire que le canal semi-circulaire gauche ayant été par exemple sectionné, la tête se déplace de gauche à droite et revient à gauche, et ainsi de suite. On dirait que l'animal veut se débarrasser d'une sensation désagréable. Ces mouvements sont horizontaux, oscillatoires, et se produisent autour d'un axe vertical. Mais il y a des fois qu'aucun mouvement ne se produit et cela seulement dans le cas de section unilatérale. Si l'on sectionne le canal correspondant à l'autre côté de la tête les mouvements oscillatoires sont beaucoup plus intenses et durent très longtemps. Cette intensité augmente encore, et lorsqu'elle a

atteint son point maximum, l'animal perd l'équilibre, tombe, exécute des mouvements de manège et ainsi de suite. Si l'on veut arrêter les mouvements de l'animal, il suffit de le prendre dans la main et fixer son bec : tant que la tête est immobilisée l'animal reste tranquille. Lorsque nous le posons de nouveau sur la table, il fait aussitôt des efforts pour se maintenir en équilibre, et, pour cela, il cherche un point d'appui en fixant sa tête sur la table. Il reste ainsi quelques instants, puis, tout à coup, sa tête éprouve une secousse, les mouvements oscillatoires reprennent, deviennent de plus en plus intenses et, au point maximum, ils entraînent le corps. Si l'on offre à l'animal opéré et déposé sur la table un point d'appui, par exemple en faisant poser son bec sur notre doigt, il reste tranquille pendant un certain temps ; dès qu'on lui enlève le point d'appui les mouvements recommencent. Il en est de même si, au lieu de poser l'animal sur la table, nous le laissons brusquement choir. Dans ce cas, il essaie par tous les moyens de conserver son équilibre : il écarte les pattes, parfois aussi les ailes, cherche à s'appuyer sur la queue, tombe à la renverse une ou deux fois, et de nouveau reprennent les mouvements de la tête et les autres phénomènes décrits. L'animal dont le canal horizontal a été sectionné des deux côtés est également atteint dans son vol. Celui-ci est de courte durée ; l'animal semble tout à coup s'être heurté à une résistance invisible et tombe brusquement sur le sol.

Les phénomènes que nous venons de décrire sont ceux constatés par de Cyon chez l'animal opéré, les premiers jours après l'opération. Le troisième ou quatrième jour, les phénomènes changent, et ils peuvent être groupés en deux catégories, c'est-à-dire

si l'opération a réussi et si la section des canaux a été faite proprement sans provoquer aucune hémorrhagie, ou si l'opération a mal réussi. Dans le premier cas les phénomènes, vers le troisième ou quatrième jour, diminuent : les mouvements de la tête persistent mais n'atteignent jamais une trop grande intensité et ne se propagent pas au reste du corps. L'animal ne tombe pas lorsqu'il court vite, il se relève assez facilement. Le vol est maladroit mais il est possible. Dans le deuxième cas, c'est-à-dire si la section des canaux n'a pas été faite nettement, l'animal, vers le quatrième ou cinquième jour, reste couché, la tête tournée de telle sorte que le bec est dirigé en haut (le plus souvent à gauche) alors que l'occiput est dirigé en bas et appuyé fortement au sol. Si l'on vient à troubler l'équilibre de l'animal et si l'on veut lui faire reprendre son attitude normale, les mouvements oscillatoires reprennent aussitôt, dégénèrent en mouvements de manège, déplacements de tout le corps et ainsi de suite. Si dans ces mouvements l'animal se heurte à un obstacle qui l'arrête, il reprend alors l'attitude que nous avons décrite et redevient calme.

Dans le cas de section du canal semi-circulaire vertical on constate des phénomènes frères de ceux produits par la section du canal horizontal. On remarque tout d'abord que pour que les mouvements soient persistants il faut sectionner les canaux des deux côtés. Toutefois, les mouvements de la tête et ceux du tronc se distinguent, dans le cas de section du canal vertical, de ceux décrits plus haut. La direction des mouvements de la tête est différente. Dans le cas de section du *canal horizontal* ces mouvements étaient exécutés dans un plan *horizontal*, de droite à gauche et de gauche à droite, tandis

qu'après la section du *canal vertical* ces mouvements se font dans un plan *vertical*, c'est-à-dire de haut en bas et de bas en haut. L'axe autour duquel s'accomplissent les mouvements après la première opération est *parallèle* à la direction du canal semi-circulaire *vertical*, alors que l'axe autour duquel s'accomplissent les mouvements de la tête dans le cas de section du canal semi-circulaire *vertical* est *parallèle* à la direction du canal semi-circulaire *horizontal*. On voit que ces deux différents mouvements de la tête, de gauche à droite et retour, de haut en bas et retour, tracent deux lignes en croix qui donnent, par conséquent, *quatre angles droits*. Lorsque la section du canal vertical des deux côtés a produit une hémorrhagie, la tête se replie immédiatement en bas, et après quelque temps les mouvements oscillatoires se manifestent autour de l'axe horizontal. Ces mouvements deviennent de plus en plus intenses et atteignent leur maximum au bout de six ou huit mouvements. Les mouvements se propagent à tout le corps, et le tronc de l'animal tourne autour de son tronc transversal. Ce mouvement s'effectue toujours d'avant en arrière : il est si violent qu'on a l'impression, comme le dit fort bien M. de Cyon, « que le corps tout entier se trouve lancé en arrière par dessus la queue, à la suite de l'impulsion en arrière que lui a communiqué le violent mouvement de la tête. »

Tous les autres troubles moteurs qu'éprouvent ces animaux sont pareils à ceux des animaux dont le canal horizontal a été sectionné. Le vol est également très court et fort maladroit.

La section des quatre canaux (les horizontaux et les verticaux) produit aussitôt les mouvements de la tête qui se généralisent à tout le corps. Ces mou-

vements se différencient de ceux qui ont été jusqu'à présent décrits. Ils se font principalement d'avant en arrière et de gauche à droite et inversement. Quant aux mouvements du tronc, ils sont un mélange de mouvements de manège violents et convulsifs et de rotation du corps, aussi bien autour de la queue qu'autour de la tête. Trois ou quatre jours après l'opération, la position de la tête est celle déjà plusieurs fois décrite, l'occiput dirigé vers la poitrine le bec en haut.

Quand on sectionne le canal sagittal d'un seul côté, le pigeon exécute avec sa tête deux ou trois mouvements d'arrière en avant et de droite à gauche ou inversement. Ces mouvements, au lieu de s'effectuer dans une direction droite, d'arrière en avant, comme s'accomplissaient les mouvements de la tête des pigeons en marche, ces mouvements, dis-je, se font dans un plan diagonal. La section du canal de l'autre côté intensifie, comme toujours, ces mouvements. Le manque d'équilibre pendant la marche est encore plus prononcé que dans le cas de section des deux autres paires de canaux. Le corps oscille autour de son axe transversal comme après la section des canaux verticaux postérieurs, mais il fait des culbutes autour de la queue au lieu de les faire autour de la tête. En un mot donc, la section des canaux sagittaux produits les mêmes effets que la section des autres canaux; et après ses expériences sur les différents canaux, de Cyon, pour déterminer le caractère des mouvements de la tête observés chez le pigeon opéré, avait nettement formulé « que la section de deux canaux semi-circulaires symétriques provoque des mouvements de la tête dans le plan des canaux. »

Cette loi est donc la même que celle de Flourens,

mais exprimée en d'autres termes. En effet, et pour conclure : le pigeon dont les deux canaux horizontaux ont été sectionnés exécute des mouvements autour de l'axe vertical de son corps; celui qui a eu les canaux verticaux sectionnés exécute des culbutes autour de la queue, et semble lancé de bas en haut : tout le mouvement du corps se fait alors dans un plan vertical, parallèle au canal semi-circulaire vertical postérieur; quant à celui dont on a sectionné le canal sagittal, il exécute, nous venons de le voir, des mouvements de la tête qui se produisent dans la direction diagonale, dirigés d'arrière en avant et de droite à gauche ou inversement : d'une façon générale le mouvement s'accomplit dans un plan parallèle à la direction du canal sagittal.

Nous allons considérer à présent les phénomènes constatés après la destruction unilatérale des canaux semi-circulaires. De Cyon a remarqué dans le cas de destruction unilatérale que le pigeon, en plus des mouvements produits par la section de chaque canal exécute des mouvements de la tête qui s'incline vers le côté opéré ainsi que des faux pas durant la marche rapide. On observe également un fait singulier : à chaque pas que fait le pigeon, une de ses pattes se replie sous son corps, et l'on pourrait croire que la patte est cassée. Ce phénomène se manifeste du côté des canaux sectionnés et peut rappeler les mouvements des jambes qu'effectuent les ataxiques pendant leur marche, cette démarche spéciale étant due aux contractions musculaires.

Il nous reste à étudier les phénomènes que produit l'ablation de tous les six canaux semi-circulaires. Cette ablation de tous les canaux semi-circulaires produit une réaction d'une violence telle que, nous dit Elie de Cyon, « il est presqu'impossible de

donner une description exacte des mouvements incessants qui s'emparent de l'animal. »

Il écrit : « Le pigeon ne peut alors ni se tenir debout, ni rester couché, ni voler, ni exécuter un mouvement combiné quelconque, ni conserver, ne serait-ce qu'un instant, l'attitude qu'on lui imprime. Tous les muscles de son corps se contractent violemment, il exécute les sauts les plus périlleux, tantôt en arrière, tantôt en avant, tourne autour de son axe longitudinal, s'élance en l'air et retombe sur le sol, pour se livrer ensuite de nouveau aux mêmes mouvements. Si on ne le retenait pas il ne tarderait à se briser la tête contre le premier obstacle rencontré. Il fait un effort relativement considérable pour se maintenir au repos. » En vue de les immobiliser, de Cyon plaçait es pigeons opérés dans une serviette de telle façon que les mouvements de la tête ne pouvaient avoir lieu ; puis il les déposait dans un hamac consacré à recevoir les pigeons aux canaux semi-circulaires détruits. Il lui arrivait souvent de trouver les pigeons morts le matin dans un coin du laboratoire : l'autopsie révélait des épanchements sanguins occasionnés par les coups qu'avait reçus la tête en frappant le sol. C'est qu'en effet pour se soustraire à ses souffrances, l'animal trouvait la force de se jeter hors du hamac et de frapper volontairement et violemment la tête contre le sol jusqu'au moment où les lésions graves du cerveau causaient la mort inévitable de la bête opérée. Ces mouvements désordonnés ne durent généralement que quatre ou cinq jours après l'opération. L'animal, une fois passée cette période, peut être débarrassé de ses bandages et remis en liberté. On constate alors qu'il ne peut ni marcher ni se tenir debout, et que toute tentative de changer de place pro-

duit des mouvements peu accentués. L'animal peut se tenir debout sans intervention étrangère, mais il a besoin d'un troisième point d'appui. Chaque fois qu'il veut changer d'attitude il éprouve, il est vrai, des troubles et fait des mouvements involontaires qu'il est à même de réprimer facilement. Lorsque cet état avait duré une dizaine de jours, de Cyon laissait le pigeon se promener sur le plancher. Les constatations faites alors sont des plus intéressantes : on dirait que l'animal apprend à marcher et à se tenir en équilibre. Pendant cet apprentissage, il a besoin de la collaboration de ses organes de sens, et spécialement de la vue. De Cyon a fait l'expérience de mettre à l'animal un bonnet, passé sur la tête, qui le forçait à tenir les yeux fermés : l'animal perdait aussitôt le fruit de son apprentissage et reprenait l'attitude d'après son opération. Au bout de plusieurs mois, le pigeon retrouve son état presque normal. De Cyon écrit : « Il (le pigeon) peut alors de nouveau marcher et se tenir debout, mais il a perdu complètement et *une fois pour toutes* la faculté de voler. En même temps, tous ses mouvements sont empreints d'incertitude, de manque d'assurance. Sa démarche est lente : il semble tâter le sol à chaque pas. »

On a remarqué que l'animal ayant perdu sa faculté d'orientation, se comporte différemment pendant la marche que pendant le vol. En effet, pendant la marche « il semble tâter le sol à chaque pas », c'est-à-dire qu'il peut se servir de ses sensations tactiles alors que durant le vol l'animal n'a aucun point de repère pour se diriger, d'autant que ses images rétiniennes sont confuses. Remarquons aussi que dans la marche le pigeon se déplace dans un plan horizontal, la direction sagittale seule lui fai-

sant défaut, alors que dans le vol c'est la sagittale qui est la plus importante et c'est celle qui manque précisément au pigeon sans labyrinthe.

D'après tous les faits qui précèdent. nous pouvons conclure avec de Cyon que « la destruction des trois paires de canaux semi-circulaires entraîne la perte complète de la faculté d'orientation dans l'espace extérieur. » Cette orientation ne revient plus jamais.

Dès l'année 1873, de Cyon établissait, à la suite de ses nombreuses expériences sur les canaux semi-circulaires des pigeons et des grenouilles, le rapport physiologique existant entre la disposition anatomique des canaux, les mouvements observés après leur section et le problème de l'orientation dans l'Espace. (Les Recherches du laboratoire de Physiologie de l'Académie de Médecine, Saint-Pétersbourg, 1874). C'est ainsi qu'il formulait alors son idée : « Nous recevons, à l'aide de fibres nerveuses qui se terminent dans les canaux semi-circulaires membraneux, une série de sensations dont les perceptions nous fournissent des représentations directes sur la position de la tête dans l'Espace. »

Les Rapports physiologiques entre le nerf acoustique et l'appareil oculo-moteur.

Les conclusions de Flourens et les premières expériences enregistrées par de Cyon avaient fait naître chez ce dernier la conviction que ces phénomènes devaient avoir une certaine action sur les attitudes et les mouvements des globes oculaires. Il s'agissait alors d'établir le rôle que jouent les canaux semi-circulaires dans la formation de nos représentations

spatiales. Partant de cette prémisse qu'à la faveur des déplacements des globes oculaires les mouvements de la tête peuvent influer sur les sensations spatiales, de Cyon se décida à choisir le lapin comme animal d'expérience. C'est avec le Dr Solucha, son élève, qu'Elie de Cyon avait commencé ses premières expérimentations sur les canaux. Obligé le Dr Solucha de faire la campagne de Khiva en qualité de médecin militaire, de Cyon termina seul les expériences qui furent décrites, comme nous l'avons déjà vu, dans les Archives de Pfüguer en août 1873. Le Dr Solucha disparut pendant cette campagne, de sorte que de Cyon reprit seul ses études en janvier 1875 à Leipzig, dans le laboratoire de Ludwig et les acheva à Paris dans le laboratoire de Claude Bernard, qui avait été celui de Flourens. Ces résultats furent communiqués à l'Académie des Sciences en août 1876.

Donc, les lapins dont on a sectionné les canaux semi-circulaires accomplissent les mêmes mouvements que les pigeons opérés aussi bien avec la tête qu'avec tout le corps. Lorsque l'animal ne peut se maintenir en équilibre il se couche sur le ventre. Mais les mouvements les plus prononcés et qui offrent le plus d'intérêt sont ceux des globes oculaires que Flourens avait, du reste, déjà constatés. Chaque canal semi-circulaire exerce son action spéciale sur les mouvements des globes oculaires. L'excitation du canal horizontal produit un mouvement des globes oculaires en avant et en bas, celle du canal vertical en arrière et en haut, celle du canal sagittal en arrière et en bas. Il s'agit de l'œil situé du même côté que le canal excité. Quant à l'autre œil il présente un nystagmus opposé, c'est-à-dire dirigé en arrière et en haut, pendant l'excitation du canal

horizontal, en avant et en bas pendant celle du canal vertical, en avant et en haut pendant celle du canal sagittal.

Lorsque l'excitation se produit, les contractions des muscles du globe oculaire présentent une forme tétanique, les yeux étant déviés dans les différentes directions exécutant aussitôt après des mouvements oscillatoires dans la direction inverse. Ces mouvements oscillatoires disparaissent si l'on sectionne, du côté opposé, le nerf acoustique : de nouvelles contractions d'un canal ne produisent que des contractions toniques. M. de Cyon nous fait remarquer que ce fait est d'une importance spéciale, car il montre la nature *inhibitrice* des mouvements provoqués par l'excitation des canaux semi-circulaires. Quant aux mouvements des globes oculaires ils prouvent qu'on peut transformer les mouvements *tétaniques* en mouvements *rythmiques* et *toniques*.

Voyons maintenant l'effet produit sur les globes oculaires par l'excitation des nerfs acoustiques.

La section d'un des nerfs cause une déviation si intense du globe oculaire de même côté que la pupille est aussitôt dirigée vers le bas alors que l'œil regarde en haut. Si l'on vient à sectionner l'autre acoustique la déviation disparaît aussitôt. Pour ce qui est des mouvements de la tête et du tronc, l'excitation d'un des acoustiques produit des rotations intenses autour de l'axe longitudinal, toujours dans la direction du côté opéré. Après la section intracranienne des deux acoustiques, l'animal, au bout de six à dix jours, peut se tenir debout, mais il marche toujours avec difficulté et seulement quand on l'y oblige ; en général il préfère rester appuyé à un mur ou à un objet quelconque. Ce qui est curieux c'est

que chaque animal, en se déplaçant, choisit une seule et même direction.

Nous verrons plus loin combien sont intimes les rapports physiologiques entre les nerfs acoustiques et l'appareil oculo-moteur, mais il nous a paru nécessaire d'établir dès maintenant ces rapports ne fût-ce que pour suivre les expériences de de Cyon et arriver ainsi tout logiquement et chronologiquement à l'année 1900 au cours de laquelle le savant résuma en trois propositions essentielles les résultats de ses recherches expérimentales, après avoir complètement élaboré sa théorie du sens de l'Espace.

Vertige et Rotation

En même temps que Flourens s'adonnait à ses recherches sur les canaux semi-circulaires de l'oreille Purkinje publiait une série d'observations sur le vertige. Les travaux des deux savants, bien qu'étant le fruit de pensées différentes, peuvent être réunis ici, et nous verrons la parenté existant entre les phénomènes étudiés par Purkinje et les canaux semi-circulaires

Chacun sait en quoi consiste le vertige de rotation. Lorsqu'étant debout, nous exécutons un mouvement de rotation autour de notre axe longitudinal, dans un même sens, tous les objets qui nous entourent semblent tourner dans un sens opposé au nôtre. Ce mouvement apparent dure pendant quelque temps encore après que nous sommes arrêtés, et il arrive même que pour ne pas tomber à terre nous devons chercher un troisième point d'appui. La sensation de vertige cesse presque complètement si nous

nous mettons à tourner dans le sens opposé à celui qui nous l'avait procuré. M. de Cyon a fort bien dit que, durant la rotation de notre corps « l'espace visible à nos yeux semble tourner à l'intérieur d'un autre espace. »

D'après les études de Purkinje, notre cerveau, pendant la rotation du corps autour de l'axe longitudinal, doit retarder un peu par rapport à la capsule du crâne, et, sa substance étant molle, certaines particules de son intérieur doivent se déplacer et produire des troubles de même essence que ceux occasionnés par les lésions mécaniques. Le vertige puiserait donc sa source dans l'acte psychique qui nous ferait attribuer les impressions éprouvées, grâce aux mouvements de nos yeux, à un mouvement des objets qui nous entourent.

Expériences de rotation sur les animaux

« Si l'on fait mouvoir un disque tournant lentement autour de son axe vertical, sous un angle de 10 à 15 degrés environ pour la grenouille, de 25 à 40 pour les pigeons et les lapins, nous dit M. de Cyon, tous ces animaux sans exception réagissent à ce mouvement par une déviation de la tête. Cette déviation se fait à gauche quand le disque est tourné à droite, dans le sens de l'aiguille d'une montre, et à droite lorsque la rotation se fait dans un sens inverse. » Il faut remarquer que cette déviation est passive, l'animal retenant la tête dans la mesure que le corps le lui permet. Et de Cyon formule de la façon suivante sa loi sur la rotation : « Au d but de la rotation de l'animal sur un disque horizontal,

autour d'un axe vertical, la tête qui retarde sur le mouvement, se trouve tournée à gauche, lorsque la rotation se fait à droite et inversement, et cela indépendamment de la position que l'animal occupe sur le disque tournant. »

Nous allons voir les troubles qu'éprouvent les différents animaux soumis aux expériences quand la rotation est prolongée.

La grenouille normale conserve généralement son attitude du début de la rotation : elle se ramasse sur elle-même, en attirant ses pattes vers le corps et se rapproche du centre du disque. L'attitude de la tête ne varie pas pendant la durée de la rotation, pourvu que celle-ci ne soit pas trop intense. Quand le disque s'arrête, la grenouille tourne aussitôt et brusquement la tête dans le sens opposé ; si sa tête était tournée à gauche elle la porte à droite ou inversement. De Cyon a l'impression qu'une fois la rotation cessée, l'animal cherche à reprendre avec la tête son attitude normale mais *qu'il dépasse le but.* Le pigeon placé sur la plaque tournante se cramponne et s'assied. Quand la rotation est accélérée et qu'il lui devient impossible de se maintenir dans sa position assise, le pigeon appuie fortement la queue sur le disque, le bec et la tête tournés vers le treillage de la cloche. Dans cette attitude il peut affronter les rotations les plus intenses. Lorsqu'elles sont de longue durée, l'animal, avant de pouvoir reprendre son équilibre, fait quelques culbutes autour de la queue.

Les phénomènes constatés chez le lapin sont plus intéressants que ceux que nous venons de rapporter. L'animal se ramasse dès le début sur lui-même et rapproche sa tête du train postérieur dans la direction où elle se trouve déviée. Parfois aussi l'animal

se couche en sorte que l'axe longitudinal de son corps coïncide avec le rayon du disque. L'animal déjà soumis à la rotation ne manque pas d'adopter cette attitude dès le début de l'expérience. Quand l'arrêt se fait brusquement, l'animal se roule à plusieurs reprises autour de son axe longitudinal, de gauche à droite quand la rotation se fait à droite, et inversement dans le cas contraire. Si au lieu d'arrêter brusquement la rotation on la diminue progressivement, le lapin, dès qu'il le peut, se redresse et occupe la position radiale. Son attitude pendant l'arrêt est celle décrite plus haut. On remarque chez les pigeons ou les lapins que l'on continue de soumettre à la rotation qu'après que la déviation s'est produite la tête subit des chocs en arrière dans le sens de la rotation, et par conséquent dans une direction opposée à la déviation. On pourrait croire au prime abord que ce nystagmus de la tête est une oscillation, mais il n'en est point ainsi puisque l'angle du nystagmus est de 20 à 30 degrés, chez le pigeon ou le lapin, alors que la déviation de la tête atteint un angle de 80 à 120 degrés. Lorsqu'on a brusquement arrêté la rotation, et alors même que le nystagmus de la tête a totalement disparu, un autre nystagmus se produit, de nature oscillatoire très prononcée. Ce nystagmus secondaire est d'autant plus intense que la rotation a été plus prolongée. Si l'on immobilise la tête durant ce second nystagmus, il se produit chez le pigeon et le lapin un nystagmus oculaire de même intensité que le nystagmus de la tête.

Toutes ces déviations de la tête, de même que les nystagmus de la tête et des globes oculaires, avaient été considérées par Breuer et d'autres savants comme étant des réflexes ayant leur point de départ

dans les canaux semi-circulaires. De Cyon a montré qu'il n'en était pas ainsi puisque le nystagmus et les symptômes de vertige et de rotation se vérifiaient chez des animaux dont les nerfs acoustiques avaient été sectionnés, et par conséquent ces mouvements ne pouvaient dépendre des canaux mais de l'organe visuel. Flourens avait déjà déclaré avant de Cyon que le nystagmus de la tête se produit pendant les opérations sur les canaux; de Cyon, lui, a mis en évidence que l'excitation des canaux produit le nystagmus oculaire. Delage et Aubert l'ont déclaré de la façon la plus claire : « De toutes les expériences du remarquable travail de de Cyon, la plus importante est, à mon avis, la suivante : l'excitation de chaque canal semi-circulaire provoque des mouvements oscillatoires des yeux dont la direction est déterminée par le choix du canal excité. »

Quant à Goltz, Breuer et Ewald, ils ont basé leur théorie du vertige sur cette proposition qui n'est pas démontrée que « les mouvements de la tête peuvent ou doivent mettre les canaux semi-circulaires en état d'excitation. ». De Cyon a refuté cette opinion par le raisonnement suivant : « Si les mouvements de la tête excitaient réellement les canaux semi-circulaires et si leur excitation devait suffire à occasionner le vertige de rotation, les hommes et les animaux devraient être sujets au vertige sans interruption. En effet, étant donné qu'il est prouvé que l'excitation des canaux semi-circulaires provoque des mouvements oscillatoires de la tête, si ces mouvements excitaient les canaux semi-circulaires, il se produirait un *perpetuum mobile* qui aurait pour effet une excitation rythmique continue du labyrinthe de l'oreille. Nous ne pourrions nous libérer d'une incessante impression de vertige qu'en

immobisant notre tête ». Il résulte donc, de ce qui précède, que le nerf acoustique ne participe pas directement à la production de certains vertiges mais que ceux-ci ne dépendent que du vertige visuel dont nous aurons à reparler quand, plus tard, nous formulerons la théorie du sens de l'Espace.

Expériences de rotations sur des animaux aveuglés

Nous verrons dans le chapitre suivant, lorsque nous étudierons la théorie du sens de l'Espace telle que de Cyon l'a conçue, les véritables rapports existant entre le vertige visuel et le labyrinthe de l'oreille et que ce savant a analysés de 1873 à 1878. Il est toutefois important de jeter ici un coup d'œil sur les expériences faites par le physiologiste au moyen d'animaux aveuglés en vue d'établir les phénomènes dus à la rotation et prouver la justesse de sa conception sur la fonction des canaux semi-circulaires de l'oreille.

De Cyon a évité de soumettre les animaux choisis pour ces expérimentations aux souffrances superflues dues à l'arrachement des globes oculaires : il s'est servi tout simplement de bonnets d'étoffe solide et foncée remplis de laine qui rendaient les animaux aveugles; quand cela était possible les expériences avaient lieu dans l'obscurité. De Cyon constate que « lorsqu'on place sur le disque tournant des grenouilles intactes rendues aveugles à l'aide de bonnets en peau, elles ne manifestent aucune réaction, que la rotation se fasse rapidement ou lentement. La tête garde son attitude normale aussi bien au début qu'à la fin de la rotation. De Cyon en déduit que « l'élimination des perceptions visuelles suffit seule à

empêcher chez la grenouille normale la production des déviations connues de la tête pendant la rotation. » Pour fortifier cette déduction il nous rend compte de l'expérience suivante. On place sur une planchette une grenouille dans l'*attitude abdominale* de telle façon que la tête et la partie antérieure du corps gardent une mobilité parfaite. Lorsqu'on fait tourner le disque nous savons que la tête doit présenter sa déviation habituelle. Fixons maintenant la grenouille sur la même planchette, mais, cette fois, dans l'*attitude dorsale*. Il ne se produira aucune *déviation* de la tête quelle que soit la durée de la rotation, car, l'image rétinienne de la grenouille ne subissant pas de déplacement, la tête garde son attitude normale par rapport au corps.

Le pigeon rendu aveugle par un bonnet hermétique n'exécute aucun mouvement de déviation. Toutefois on observe de temps à autre chez les pigeons qui ont été plusieurs fois soumis à des expériences de rotation que, si l'on continue la rotation, une très faible déviation de la tête a lieu. Néanmoins le nystagmus de la tête se présente chez le pigeon rendu aveugle. Celui-ci manifeste, en effet, durant une rotation rapide et continue, les mêmes phénomènes que le pigeon normal. Après un arrêt brusque, il reprend son attitude sans aucun nystagmus secondaire. Si on enlève le bonnet après l'arrêt, on observe au contraire « quelques secousses de nystagmus assez prononcées de la tête et des yeux. »

Si un pigeon normal est soumis à un mouvement latéral rapide et en ligne droite, sa tête exécute des mouvements très irréguliers : la tête précède le corps, le nystagmus de la tête se fait régulièrement, quelle que soit l'attitude de la tête. Toutefois, qu'il s'agisse de rotation longitudinale ou transversale, la tête du



pigeon normal ne prend jamais des attitudes bien déterminées. Il n'en est pas ainsi pour le nystagmus des yeux qui se présente avec la plus grande netteté. Si l'on recouvre d'un bonnet la tête du pigeon, aucun mouvement « compensateur » constant de la tête n'a lieu.

Voici une expérience faite par de Cyon sur un lapin et les phénomènes constatés, *avant*, *pendant* et *après* l'élimination des sensations visuelles. Après une rotation de deux minutes de durée vers la droite (direction de l'aiguille d'une montre) à une vitesse terminale de trois tours à la seconde, l'arrêt brusque produisait cinq ou six mouvements roulants de tout le corps à droite. Après un repos d'un quart d'heure on a refait la même expérience mais cette fois la rotation dirigée vers la gauche : les mêmes phénomènes se sont effectués, et, cette fois, vers le côté gauche. Après une nouvelle interruption de quinze minutes, la même expérience a été refaite, avec rotation à droite, comme tout à l'heure, et à la même vitesse. Le lapin change plusieurs fois d'attitude, se lève, s'appuie contre le treillage de la cloche et ne bouge plus pendant la rotation. Si nous ralentissons progressivement le mouvement, aucun changement n'est effectué ; il n'y a pas de déviation à droite.

La même rotation exécutée à gauche ne produit aucune déviation de la tête à gauche. Au bout d'un quart d'heure on a repris l'expérience mais cette fois les yeux du lapin étaient recouverts du bonnet. La rotation lente ne produit qu'une très imperceptible déviation. Si on répète l'expérience toujours avec une rotation lente, le lapin, au lieu de tourner la tête à gauche, la tourne à droite. Dans l'obscurité les expériences faites sur le lapin donnent les mêmes

résultats que lorsqu'on lui a bandé les yeux hermétiquement. Les mouvements roulants ont lieu après l'arrêt brusque interrompant une rotation rapide. Si on approche des yeux de l'animal, après l'arrêt du disque, une lumière, il se produit un nystagmus des globes oculaires. De Cyon a observé au cours de ses expériences dans l'obscurité faites sur les lapins que si les mouvements roulants n'ont pas été exécutés aussitôt après l'arrêt, ceux-ci se produisaient dès qu'on approchait la lumière des yeux de l'animal. Ce fait est très important car il en résulte que le vertige cérébral peut être augmenté par l'adjonction du vertige visuel. De ces expériences de Cyon déduisait les deux points suivants : 1° chez les animaux privés de vue, les mouvements de la tête (mouvements compensateurs) ne se manifestent pas, ou s'ils se manifestent c'est seulement par une très faible déviation de la tête dans une direction déterminée. 2° Les mouvements forcés quoique faibles se manifestent nettement, après l'arrêt d'une rotation rapide, mais le nystagmus des yeux ne se présente qu'à la suite de la brusque présence d'une lumière.

Voyons à présent quels sont les mouvements de la tête, que la rotation produit chez les animaux. Il faut, avant tout, établir un point : les déviations de la tête, tout comme les nystagmus de la tête et des yeux, sont des phénomènes essentiellement *visuels*. En voici une preuve : durant la déviation de la tête qui atteint un angle de 10 à 20 degrés, *les animaux fixent de leurs yeux l'image rétinienne* qu'ils essaient de maintenir. Si la rotation se fait sans le déplacement de la rétine (comme dans le cas, par exemple, de la grenouille attachée sur le dos) la déviation de la tête n'a pas lieu. Même absence de déviation chez les animaux ayant eu les yeux bandés. Des

nombreuses expériences d'animaux il résulte que le maintien de l'image rétinienne au moyen de la déviation de la tête est un acte volontaire. Quant au mouvement de retour exécuté par la tête vers la direction de la rotation, mouvement qui produit le nystagmus de la tête, oscillatoire en apparence, il est tout simplement réflexe. Il est le produit de l'excitation de la rétine par le déplacement rapide des images rétiniennes. Cette excitation augmente à mesure que l'on continue la rotation et se transforme bientôt en vertige visuel qui prend la forme d'une déviation de la tête dans le sens de la rotation, et chez les lapins et les pigeons se manifeste par un nystagmus de la tête. La grenouille n'exécute que la seule déviation de la tête celle-ci ne pouvant être soumise au nystagmus à cause de sa faible motilité. Après l'arrêt de la rotation, la grenouille tourne sa tête à droite pour maintenir le champ visuel et lutter contre le vertige visuel. Cet animal ne semble d'ailleurs pas sujet au véritable vertige cérébral, désigné sous le nom de vertige de Purkinje. En effet, aucun symptôme dû au vertige n'est constaté chez les grenouilles durant les expériences de rotation. Quant aux pigeons, de Cyon n'est pas tout à fait certain qu'ils éprouvent le vertige cérébral. Les lapins au contraire semblent, comme les hommes, sujets au vertige. La rotation produite dans l'obscurité donne les résultats suivants : les mouvements roulants apparaissent lorsque, après avoir arrêté la rotation, on projette de la lumière dans les yeux de l'animal. Les mêmes effets peuvent être facilement constatés chez l'homme. Tout ce qui a été rapporté des expériences de de Cyon sur les différents animaux étudiés prouve que le vertige visuel n'a lieu que lorsque les impressions visuelles frappent la rétine, aussi bien durant qu'après

la rotation, d'où il s'ensuit que le vertige visuel est une conséquence de la rotation, conséquence qui n'accompagne pas *nécessairement* le vertige cérébral et « ne peut pas être considéré identique à celui ci », Purkinje ayant démontré que les plans de la rotation apparente changent, durant le vertige, avec les déviations de la tête au cours des rotations.

Expériences de rotation chez les enfants, les singes et les tortues.

Les enfants qui tournent sur un carrousel ne donnent aucun signe de déviation régulière de la tête pas plus que les adultes d'ailleurs. Quant aux singes placés sur un disque tournant, leur attitude est assez divertissante. Ils ne cessent de fixer l'observateur, dans quelque direction que se fasse la rotation, et quand le mouvement est très rapide, ils lancent à chaque tour de disque des yeux courroucés à l'adresse du gardien et de l'observateur pendant qu'ils se cramponnent furieusement de leurs pattes de devant, la tête fortement appuyée au treillage de la machine. Pas l'ombre de nystagmus de la tête et des yeux, ni au commencement ni à la fin de la rotation. Voici la raison que donne Elie de Cyon du manque de déviation de la tête qu'il a remarqué chez les singes alors qu'elle a toujours lieu chez d'autres animaux. Selon le physiologiste, les singes, comme l'homme, se rendent parfaitement compte de ce qui arrive, et au lieu de chercher inutilement à se maintenir en fixant l'image rétinienne, ils adoptent des attitudes leur permettant d'échapper aux conséquences de la rotation involontaire. Si le treillage n'était là, dit-il, pour le protéger, il est cer-

tain que l'animal s'attaquerait à l'observateur, aussi ne pouvant le faire, il lance dans son regard toute la haine qu'il ressent. Quant à la cause du manque de nystagmus des yeux et de mouvements forcés elle est plus difficile à établir. Elle serait peut-être tout simplement due à ce que les singes étant très mobiles et s'adaptant à toutes les attitudes, résistent mieux que les autres animaux au vertige de la rotation.

Les expériences faites sur les tortues sont intéressantes. Dès le commencement de la rotation lente et l'animal ayant la tête placée en dehors de sa carapace, la déviation s'effectuait selon la règle générale, c'est-à-dire à gauche si la rotation avait lieu à droite. à droite si la rotation se faisait à gauche. Mais si la retation commençait alors que la tortue avait la tête retirée dans sa carapace, la tête ne changeait pas d'attitude et n'effectuait aucun mouvement, ni dans un sens, ni dans l'autre. N'existant pas de déplacement des images rétiniennes, l'animal n'avait pas à déplacer la tête. Une déviation de la tête, assez faible, se produit chez la tortue que l'on fait tourner dans l'obscurité ; cette déviation est suivie d'autres mouvements de défense, lorsque la rapidité du mouvement tournant est augmentée.

Voici une curieuse expérience faite par de Cyon dont les protagonistes sont un lapin et une tortue. Le lapin qui n'a encore jamais été soumis à aucune expérience de ce genre est placé sur le disque où se trouve déjà une tortue. Le lapin va aussitôt vers le chélonien, le flaire dans tous les sens et pose ses deux pattes sur l'animal qui semble profondément l'étonner. On met à ce moment le disque en marche, lentement : aussitôt on constate la déviation de la tête de la tortue mais aucune déviation de la tête du la-

pin chez lequel pourtant elle ne manque jamais quand il est soumis seul à une expérience de rotation. L'attention du lapin, toute concentrée sur l'animal auquel il trouvait sans doute un aspect bizarre, l'avait empêché de s'apercevoir du mouvement de rotation et l'attitude de défense ne s'était pas réalisée : c'est que ce dernier, en effet, n'est pas un mouvement réflexe.

Toutes les expériences de de Cyon que nous avons rapportées sous le titre « Vertige et Rotation », montrent que son interprétation des déviations de la tête et des mouvements nystagmiques des yeux, était parfaitement juste, et toutes ces expériences servirent au savant pour élaborer sa théorie du sens de l'Espace. Avant de l'étudier et afin d'en avoir une idée encore plus nette, nous allons auparavant consacrer quelques pages aux expériences faites sur les vertébrés et les invertébrés à une et à deux paires de canaux semi-circulaires. La théorie du sens de l'Espace jaillira alors d'elle-même et montrera toute l'importance philosophique de la découverte du savant.

Expériences sur les vertébrés et les invertébrés à une et à deux paires de canaux semi-circulaires. Expériences sur les lamproies et les souris dansantes japonaises.

Les lamproies occupent, avec les myxinoïdes, le degré le plus bas de l'échelle des vertébrés, et leur organe auditif est extrêmement rudimentaire : il se compose d'un saccule et de deux seuls canaux semi-circulaires. Le saccule et les deux canaux sont enfermés dans une petite capsule cartilagineuse ne possédant qu'une ouverture unique par laquelle pénètre le

nerf vestibulaire : la capsule est recouverte d'une épaisse couche musculaire. Cette disposition rend la lamproie très peu sensible à l'action des bruits. Très sensibles, par contre aux rayons lumineux, elles prennent la fuite dès qu'une vive lumière frappe leurs yeux, alors que le bruit le plus fort ne saurait leur faire changer de place.

Afin d'étudier les fonctions des deux canaux semi-circulaires, de Cyon a détruit cet organe chez les lamproies. Quand cette destruction n'est faite que d'un seul côté, on constate aussitôt des mouvements de manège et des mouvements rotatoires autour de l'axe longitudinal du corps. La lamproie nage alors en décrivant un cercle plus ou moins large et, au cours de ce mouvement, l'animal exécute souvent des rotations complètes de tout le corps autour de l'axe longitudinal. Dans le cas d'opération des deux canaux, la lamproie reste pendant longtemps immobile, même des journées entières, fixée à la même place au moyen de ses ventouses et ne sort de sa torpeur habituelle que la section des canaux a singulièrement augmentée que lorsqu'une action extérieure l'y oblige. De Cyon a gardé les lamproies opérèes durant sept semaines et pendant ce laps de temps depuis qu'elles avaient été opérées aucun changement ne survenait dans leurs troubles moteurs. S'il recouvrait les yeux de l'animal avec un petit bonnet, l'animal se débattait ou *nageait à reculons* : il cherche avec évidence à se débarrasser de son bonnet et continue ses efforts jusqu'à ce qu'il y soit parvenu. Lorsque ces bêtes nagent, elles se dirigent toujours *cn avant*, *en arrière*, *à droite*, ou *à gauche*, jamais une lamproie ne se sert de la direction *verticale*. Cette lacune dans leur motilité ne peut tenir qu'à *l'absence du troisième canal semi-circulaire*, qui

est précisément le *vertical*, les canaux qui existent chez les lamproies étant ceux qui correspondent aux canaux horizontal et sagittal. Les sensations qui manquent donc aux lamproies sont celles venues des directions haut et bas. C'est dès l'année 1877 que de Cyon avait solidement établi ce point important concernant l'appareil d'orientation des lamproies, aussi les recherches originales de Bernhard Rawitz sur les souris dansantes japonaises confirmaient-elles ses conclusions. En effet, ces singuliers animaux (nous verront plus loin combien ils sont intéressants à étudier) ne se déplacent que dans la direction *diagonale* ou en cercles. Or, ils ne possèdent qu'*une seule paire de canaux semi-circulaires, les sagittaux*, les autres canaux existant à l'état rudimentaire. Rawitz reconnaissait que l'incapacité de se déplacer en ligne droite était provoquée, chez ces animaux, « par l'impossibilité où ils se trouvent de s'orienter exactement ». Et il concluait, lui aussi : « Bref, les canaux semi-circulaires sont le siège de la faculté de l'orientation. »

Il est important de bien faire remarquer que les mouvements observés par Rawitz chez les souris dansantes qui n'ont que le canal *sagittal* offrent de grandes analogies avec ceux que de Cyon avait étudiés en 1873 chez les grenouilles valsantes qui, à la suite de la destruction de deux paires de canaux semi-circulaires, ne pouvaient exécuter que des mouvements rotatoires en cercles décrivant des mouvements de valse.

Mais revenons aux souris dansantes japonaises. Après les recherches de Rawitz, de Cyon voulut à son tour étudier l'étrange petit animal.

Cette étude ne date que de Juillet 1898. Voici d'abord les mouvements des souris dansantes tels

que Rawitz les a décrits. « Dans leurs essais de courir en avant, elles ne peuvent jamais se maintenir dans la ligne droite, mais avancent toujours en zigzags, tout en relevant de temps à autre la tête et en flairant la région qu'elles veulent atteindre. Tout à coup, elles interrompent leur course et commencent à tourner en cercle. Lorsqu'un objet fixe se trouve sur leur parcours, par exemple un bâton dressé dans leur cage ou l'écuelle renfermant la nourriture, cet objet forme le centre autour duquel elles exécutent les mouvements de rotation. Lorsque ce centre manque, les souris dansent autour d'elles-mêmes. Les mouvements de rotation, au cours desquels la queue se trouve toujours redressée, sont tellement rapides, surtout lorsqu'ils durent depuis un certain temps, qu'il est à peine possible de distinguer les parties de l'animal qui tourne ; lorsque le mouvement s'accomplit autour de l'axe même de l'animal, le cercle est toujours tellement étroit que la pointe du museau de chaque animal est en contact avec l'anus de celui qui le précède immédiatement... Tout à coup, les animaux interrompent les mouvements et commencent à tourner avec la même rapidité en sens opposé. Nous avons dit plus haut que les animaux se tiennent tranquilles pendant qu'ils mangent ou boivent. En réalité la durée de leur repos ne se chiffre que par secondes. »

De Cyon, au cours de ses recherches sur les souris dansantes, a entièrement approuvée et reconnue exacte la description faite par Rawitz de ces singuliers animaux ; toutefois certains faits remarqués par de Cyon valent la peine d'être cités car ils éclairent d'une façon intéressante les mœurs de ces étranges petites bêtes. De Cyon en avait installé quelques-unes dans une grande boîte en verre qui était un

ancien aquarium et dans laquelle se trouvait une petite boîte en bois qui leur servait de chambre à coucher. Ce qui frappa en premier lieu le physiologiste ce fut le caractère *volontaire* des mouvements valsants. En effet, il s'aperçut bien vite que ces mouvements ne sont nullement des *mouvements forcés* et que les souris les exécutent au contraire avec un plaisir évident. La direction seule des mouvements est forcée : les souris *doivent danser en rond.* Voici comment elles opèrent : « En guise de prélude, une des souris, après avoir pendant quelque temps tourné en rond dans sa boîte d'une façon habituelle, oscillant la tête, flairant l'air, sans jamais garder la direction droite, mais en traçant des diagonales, des demi-cercles, des figures de 8, commence tout à coup à décrire des arcs réguliers plus grands : mouvements de manège ordinaires. Elle interrompt souvent les mouvements, court vers l'autre souris, flaire sous la queue, à la suite de quoi celle-ci, cédant à cette bizarre sollicitation, se joint à la danse. Elles adoptent alors la disposition par couples décrits par Rawitz, et ainsi commence la danse en rond, avec une grande vitesse de rotation : mouvements valsants ordinaires. De temps à autre, le mâle s'arrête, la femelle continuant de tourner. Le plus souvent, la souris exécute la troisième figure de danse qui est en même temps la plus singulière : la rotation sur place autour de son propre axe vertical et *cela avec une rapidité vertigineuse.* Il est presqu'impossible, au cours de cette danse solo, de déterminer exactement la position du corps. L'animal se meut avec une vitesse telle que le spectateur en éprouve presque du vertige. J'ai pu compter trois rotations à la seconde, mais leur nombre est certainement plus grand. Les pattes de derrière sont alors largement écartées, le dos est

voûté, la tête penchée en bas et rapprochée du propre anus de l'animal. La souris affecte à peu près la forme d'une toupie sans pointe. »

Ainsi décrit de Cyon les mouvements qu'exécutent les souris dansantes qu'il a étudiées. La danse solo se prolongeait souvent pendant des heures. Le savant les entendait s'adonner à leur danse favorite, deux à deux, pendant la nuit et avec un bruit tel qu'il parvenait jusqu'à lui à travers la cloison de la chambre contigüe, pareil à un « roulement de tambour. » Les souris n'interrompaient pas leur danse seulement pour manger. Durant la journée, elles se tenaient le plus souvent tranquilles et ne commençaient à danser qu'entre 5 et 6 heures de l'après-midi. En effet, vers le soir seulement et quand *l'obscurité commençait*, elles abandonnaient leur chambre à coucher et, après avoir pris de la nourriture, elles s'adonnaient à leur danse. L'excitation sensorielle qui les pousse à la danse semble être localisée dans l'organe olfactif. En effet, durant les mouvements valsants, chaque souris tient son museau sous la queue de sa partenaire. Souvent même, quand elles s'approchent de l'écuelle qui contient leur nourriture, elles semblent être surtout attirées par leurs propres immondices qu'elles ont l'habitude de déposer auprès de leur nourriture. On dirait même que l'odeur de leurs excréments qui est particulièrement âcre les excite à la danse, et elles cherchent volontairement cette excitation. Nous avons déjà dit que Rawitz avait constaté que les souris dansantes sont incapables d'avancer en ligne droite. De Cyon remarqua en outre qu'elles ne suivent la ligne droite que lorsque le passage où elles se sont engagées ne leur permet pas d'exécuter un mouvement circulaire. Dans ce cas il leur est impossible de revenir sur leurs

pas ; elles ont besoin pour cela d'avoir assez d'espace pour décrire un cercle. Pour ce qui est de la hauteur d'un obstacle à franchir, quand il ne dépasse pas quelques centimètres elles grimpent *par dessus*, quand l'obstacle est plus élevé, elles *s'arrêtent* et restent immobiles. Il résulte de tout ceci que les souris dansantes ne peuvent *se déplacer ni dans la direction verticale* ni *en avant* et *en arrière*. Elles ne connaissent qu'*une seule direction* de l'Espace, *la droite* et *la gauche*. De Cyon remarquait très justement que « le mouvement en zigzag, en demi-cercle, ainsi que la rotation elle-même, ne représente d'ailleurs pas autre chose que le mouvement continu ou alternant, soit à droite, soit à gauche. »

Le 13 août 1900 de Cyon, au cours d'une Séance de la « Section de Physiologie » du 13e Congrès international de Médecine, fit d'intéressantes démonstrations au sujet des mouvements de sept souris dansantes japonaises qu'il avait étudiées pendant les mois précédents. Je ne veux en citer qu'une seule car elle est d'une grande importance en faveur de la théorie physiologique du sens de l'Espace. En effet, de Cyon avait remarqué que quelques-unes de ces souris étaient capables de grimper « non sans adresse » sur la paroi en grillage de leur cage, et en suivant la direction *verticale*. On se souvient que de Cyon avait constaté que les souris qu'il avait jusqu'alors étudiées ne possédaient pas la direction verticale et qu'elles n'étaient douées que *d'une seule paire* de canaux semi-circulaires, les *sagittaux*, alors que les autres canaux n'existaient qu'à l'état rudimentaire. Qu'est-ce qui pouvait bien donner à ces souris nouvelles et qui avaient été l'objet des démonstrations de de Cyon faites en août 1900 cette faculté que leur sœurs ne possédaient pas ? Or l'examen

anatomique de ces souris fait par de Cyon et *confirmé plus tard par Rawitz* a prouvé que les souris dansantes qui étaient capables de grimper, et avec assez d'habileté, dans la direction *verticale*, possédaient le petit canal semi-circulaire *vertical* (le postérieur) *bien plus* développé que les souris étudiées par Rawitz et que celles expérimentées par de Cyon et qui ne possédaient pas cette faculté. Cette faculté était donc la conséquence du *développement du canal vertical supérieur*. La constatation méritait d'être soulignée. Nous en reparlerons plus tard.

En résumant, nous voyons que les lamproies qui ne possèdent que deux paires de canaux semi-circulaires ne peuvent se déplacer que dans *deux* directions de l'Espace, alors que celles des dansantes japonaises ne possédant qu'*une* seule paire de canaux à *peu près susceptibles* de fonctionner ne se déplacent que dans une seule direction. Ni les lamproies ni les souris ne sont capables de suivre la direction droite. Les myxines doivent être également rangées parmi les animaux à une seule paire de canaux semi-circulaires : elles ne se déplacent en effet qu'en zigzag.

L'Orientation à distance.

Nous allons abandonner les souris dansantes japonaises à leurs étranges mouvements valsants pour nous occuper des pigeons voyageurs.

Chacun sait comment est faite l'éducation des pigeons voyageurs. Après une série d'entraînements, ceux-ci parviennent à s'orienter à une distance de 300 et même 500 kilomètres de leur colombier. Arrivé à ce point d'entraînement, l'animal est placé

dans *un panier clos* qui est placé lui-même dans un wagon à bagages. A 1.000 kilomètres et même plus, le pigeon est remis en liberté et il parvient à parcourir en volant et en sens inverse la distance qui a été franchie par le train alors qu'il était enfermé dans son panier, et regagne ainsi son colombier après s'être plus ou moins écarté du premier itinéraire. Par quelle mystérieuse faculté le pigeon voyageur peut-il effectuer un pareil voyage ? Un de ses cinq sens a-t-il pu agir dans cette circonstance spéciale et lui permettre de s'orienter avec une aussi grande précision ? Il faut nécessairement recourir à l'hypothèse d'un sixième sens, celui de l'orientation à distance, dont le merveilleux animal semble être doué, et, dans cette hypothèse, où peut être localisé ce sixième sens ?

M. de Cyon ne pouvait pas ne pas s'occuper du cas des pigeons voyageurs lui qui s'était adonné à l'étude de tous les phénomènes de l'orientation et voici une des expériences qu'il fit à Spa, en Belgique qui est le pays classique de la colombophilie, avec les pigeons de M. Wilgot qui avait bien voulu mettre ses excellents voyageurs à la disposition du savant. L'expérience eut lieu le 4 septembre 1898. De Cyon choisit trois jeunes pigeons d'égale valeur ayant déjà effectué des parcours de 500 kilomètres. L'un (A) doit servir de témoin ; l'autre (B) a les deux narines bouchées ; le troisième (C) a les deux conduits externes de l'oreille bouchés par des tampons, après une légère insensibilisation locale par la cocaïne. De fortes couches de collodion permettent de garantir la parfaite adhérence des tampons. Le point de lâcher est Huy qui est situé à 55 kilomètres à vol d'oisea de Spa. De cette ville à Huy il y a 70 kilomètres et ce parcours implique trois changements de trains. Le lâcher se fait dans l'ordre suivant : *A* (le pigeon normal) à

10 h. 13', *B* (les narines bouchées) à 10 h. 19', et *C* (les conduits de l'oreille externe bouchés) à 10 h. 26'. *A* s'élève aussitôt, se dirigeant un peu vers le nord-ouest. Arrivé à une grande hauteur, il commence à décrire de larges cercles tout en s'élevant, et après s'être orienté durant trois minutes, il disparait en suivant la ligne du chemin de fer. B s'élève et prend la direction opposée. Arrivé très haut il prend la direction est, mais après avoir décrit deux ou trois cercles il disparaît dans la direction sud-est. Quant à l'ascension de C, elle est beaucoup plus lente, il se dirige également vers l'est en s'élevant moins que les deux premiers pendant qu'il décrit ses cercles d'orientation, il s'abaisse à plusieurs reprises et, quatre minutes après le lâcher, il disparait vers l'est.

Voici dans quel ordre s'effectua dans leur colombier de Spa le retour des trois pigeons. Le premier arrivé, à 11 h. 35', fut le pigeon C qui avait les oreilles bouchées, alors que le pigeon témoin A n'arriva qu'à midi. Le pigeon aux narines bouchées B ne regagna son domicile que *trois jours après le lâcher*, c'est-à-dire le 7 septembre, vers 6 heures du soir. Quelle avait été la cause du retard ? De Cyon constata aussitôt que l'animal était dans un état d'extrême affaiblissement et que ses narines étaient complètement dégagées. Le physiologiste en conclut que le pigeon s'était égaré n'étant parvenu à s'orienter avec les narines obstruées et qu'il n'avait pu rejoindre Spa qu'après s'être entièrement libéré des tampons qui avaient dû rendre impossible son orientation. De Cyon pense que les pigeons voyageurs se servent de deux sens pour leur si particulière orientation à distance, c'est-à-dire de la vue et d'un sens spécial du flair ayant son siège dans la muqueuse nasale, et grâce aux sensations que provoquent sur ladite muqueuse les excitations

du vent. Il admet aussi la possibilité que ce soit la muqueuse du sinus frontal qui perçoive ces excitations indépendamment d'ailleurs de l'odorat.

Pour ma part je me permets de penser, quoique n'ayant fait aucune expérience sur les pigeons voyageurs, que dans l'orientation à distance ces animaux ne se servent d'aucun des cinq sens habituels, mais d'un sixième sens situé dans la cavité frontale où doit se localiser précisement l'orientation à distance que les pigeons voyageurs possèdent. Il se peut que cet organe soit invisible mais il doit exister puisque la fonction existe chez ces animaux. On le découvrira probablement un jour.

Il ne nous est pas permis de nous attarder davantage sur ce sujet malgré tout l'intérêt qu'il éveille et le désir que nous éprouvions d'éclaircir le mystère qui entoure la prodigieuse orientation des pigeons voyageurs. D'autres sujets plus graves et tout aussi mystérieux nous attendent.

L'Orientation Géotropique.

C'est Jacques Loeb qui le premier appliqua l'expression Géotropisme aux animaux alors qu'elle n'était jusque là employée que dans la physiologie des plantes. Cette attribution lui parut néanmoins risquée : « L'expression géotropisme, écrit-il, prise en elle-même signifie seulement que l'orientation dépend de la pesanteur, sans aucune indication quant au mécanisme de cette dépendance ». Pour de Cyon l'expression géotropisme signifie « mouvement sous l'action de la pesanteur ». Mais approfondissons la conception du géotropisme selon la théorie de Loeb.

« Les animaux supérieurs, nous dit-il, se déplaçant librement, subissent dans une certaine mesure la contrainte qui les force à adopter une orientation déterminée par rapport au centre de gravité de la terre. Ceci est vrai notamment pour les poissons qui, lorsqu'ils nagent ou sont couchés, s'orientent par rapport au centre de gravité de la terre de telle sorte que c'est toujours le ventre et jamais le dos qu'ils dirigent en bas ». Selon lui cela dépend « d'actions qui, ainsi que nous le savons, se produisent dans un organe parfaitement défini, à savoir dans l'oreille interne »... « Rien ne s'oppose au point de vue physique à ce qu'un tel poisson nage et reste couché le dos en bas : mais il existe en revanche des conditions physiologiques qui le forcent à diriger sa surface abdominale vers le centre de gravité de la terre ». Selon Loeb il en est de même pour nous : des raisons physiologiques nous imposent de marcher la tête, la poitrine en avant, et de nager instinctivement le ventre en bas. Mais cette orientation géotropique est-elle due à des raisons physiologiques comme le pensait Loeb ou bien à la structure anatomique de notre corps selon la théorie de de Cyon ?

L'expérience fondamentale de Loeb consistait à arracher, chez le requin, (Scyllium canicula) les otolithes des deux côtés, à détruire les otocystes ou bien à sectionner les acoustiques. On constate alors que « toute contrainte de diriger le côté abdominal vers le centre de gravité de la terre » fait entièrement défaut chez l'animal. Cette expérience confirme les troubles moteurs et d'équilibre constatés par Flourens dans le cas de lésions du labyrinthe de l'oreille, et Yves Delage montra, en 1887, que la destruction bilatérale des otocystes produit chez les invertébrés les mêmes mouvements que ceux que Flourens avait

eu l'occasion d'étudier en produisant des lésions dans les canaux semi-circulaires des vertébrés ; de Cyon, dès l'année 1878, avait affirmé que chez les invertébrés les otocystes jouent dans l'orientation locomotrice le même rôle que l'appareil des canaux semi-circulaires chez les vertébrés. Pour ce qui se rapporte à la position dite dorsale, il a été constaté que l'adoption de cette position « n'est qu'une manifestation partielle de toute une série de troubles de la motilité et de l'équilibre se produisant selon certaines lois déterminées ». (de Cyon)

On peut établir en effet un rapprochement entre la position dorsale et les troubles causés par la destruction de certains canaux semi-circulaires, troubles que nous avons déjà longuement étudiés; par exemple, les grenouilles tombent à la renverse pendant leurs sauts, même phénomène chez les lamproies à la suite de la rotation autour de leur axe longitudinal. De Cyon devait par conséquent attribuer tous ces troubles de la motilité à « la suppression des actions inhibitrices et régulatrices que le labyrinthe de l'oreille exerce sur les mouvements musculaires et des troubles de l'innervation consécutifs à cette suppression ».

Il n'attribuait de ce fait aucune corrélation entre ces phénomènes et la tendance à rapprocher la surface abdominale du centre de la terre. Tous les mouvements que Breuer avait appelés compensateurs étudiés chez les crustacés, poissons, insectes, n'ont, selon de Cyon, aucun rapport avec le labyrinthe de l'oreille. Ces mouvements ne sont pas empêchés par la destruction des canaux semi-circulaires pas plus que par l'ablation des otocystes. Selon ce savant il ne s'agit que de « mouvements de défense » des animaux contre des rotations inaccoutumées.

En considérant la question du Géotropisme sous

son angle le plus vaste, nous pouvons dire que chaque être répond, en ce qui concerne sa structure physiologique et la situation de son corps à l'égard du centre de la terre, à des lois définies et qui lui sont propres. Le poisson nage le ventre en bas car telle est la loi qui établit les conditions d'équilibre de son corps produit par la position et la fonction de ses organes. Ces lois répondent aux nécessités de la vie physique et psychique. Chez les vertébrés les plus voisins de l'homme, nous voyons que si les singes ont un équibre qui leur permet d'adopter la position verticale, leur attitude courante et normale est, néanmoins, celle où l'animal pose à terre ses quatre membres. Chez l'homme, au contraire, l'équilibre de ses organes et la structure de son système osseux sont tels que la position normale de son corps est la verticale. C'est en vertu de ce géotropisme qui lui est propre que l'homme, (1) dont les deux pieds reposent sur la terre, dresse son front vers le ciel comme pour y puiser la force qui gouverne sa personnalité, toujours à la recherche de son énigme et de son mystère.

---

(1) « L'homme, ce témoin vertical ». Paul Claudel. Traité de la Co-naissance au Monde.

CHAPITRE II

—

LA THÉORIE DU SENS DE L'ESPACE

Le sens de l'Espace et la conciliation entre les Théories Nativiste et Empiriste.

Nous avons, dans le chapitre précédent, montré les recherches de nombreux savants, en particulier d'Elie de Cyon, touchant le problème de l'orientation, sur le rôle du labyrinthe de l'oreille et surtout du système des canaux semi-circulaires. De toutes ses recherches commencées en 1872, de Cyon fut amené à la conclusion que les fonctions des canaux semi-circulaires sont en rapport fonctionnel avec notre concept de l'Espace. En Décembre 1877 il remit au grand physiologiste Claude Bernard sa notice « Les organes périphériques du sens de l'Espace » qui contient les conclusions de ses longues et minutieuses expériences, de ses clairvoyants travaux sur l'organe de l'Espace. Claude Bernard voulut personnellement lire la Notice de de Cyon à l'Académie des Sciences, et ce fut sa dernière sortie : il mourait le 10 février 1878. Voici les plus importantes propositions de cette communication :

1° Les canaux semi-circulaires forment l'organe périphérique du sens de l'Espace : les excitations des terminaisons nerveuses dans les ampoules de ces

canaux provoquent des sensations qui nous permettent l'orientation dans les trois directions de l'Espace ; la sensation de chaque canal correspond à l'une des directions de l'Espace.

2° A l'aide de ces sensations de direction, il se forme dans notre cerveau la représentation d'un espace idéal à trois dimensions sur lequel sont projetées toutes les perceptions de nos autres sens relatives à la distribution des objets qui nous entourent ainsi qu'à la position de notre propre corps dans l'Espace.

3° L'existence d'un organe spécial pour le sens de l'Espace fournit aux théories nativiste et empiriste de la vision binoculaire un terrain d'entente et permet leur réconciliation.

4° La huitième paire de nerfs craniens renferme donc deux nerfs sensoriels parfaitement différents : le nerf acoustique (n. cochléaire) et le nerf de l'Espace (n. spatial ou vestibulaire).

5° Grâce aux excitations perçues par ce dernier, l'organe central du sens de l'Espace règle la distribution et l'intensité des forces d'innervation que doivent recevoir les muscles des globes oculaires et du reste du corps, pendant leur orientation dans les trois directions de l'Espace.

6° Il convient d'attribuer les troubles qui se manifestent à la suite d'un arrêt de fonctionnement des canaux semi-circulaires : *a*) à un vertige visuel particulier que provoque un défaut de concordance entre l'espace visuel et l'espace idéal déjà mentionné ; *b*) à la confusion qui en découle dans nos représentations spatiales relatives à la position de notre corps dans l'espace et à ses rapports avec les objets visibles ; *c*) aux anomalies dans la distribution des forces d'innervation dans les muscles mentionnés.

Les expériences de de Cyon établissant les rapports entre les canaux semi-circulaires et l'appareil oculo-moteur devaient avoir une très grande portée philosophique car ils montrent la participation des canaux semi-circulaires à la formation de notre concept de l'Espace. De Cyon ne manque pas de la relever lui-même : « Etant donné d'une part que nos représentations touchant la disposition des objets dans l'Espace dépendent, selon Helmholtz, de l'intensité d'innervations et de contractions des muscles oculo-moteurs ; d'autre part que toute excitation des canaux semi-circulaires domine et règle ces contractions et ces innervations, il est incontestable que les centres nerveux auxquels aboutissent les fibres nerveuses des canaux sont en relation physiologique intime avec les centres oculo-moteurs et que, par conséquent, leur excitation doit intervenir, d'une manière déterminante, dans la formation de nos représentations spatiales (1878) ».

On ne peut plus clairement s'exprimer et le savant physiologiste nous montre qu'il avait su donner dès l'année 78 à ses recherches et à ses découvertes toute l'importance philosophique qu'elles méritaient, comprenant que ces travaux sur le sens de l'Espace allaient ouvrir de nouvelles voies aux problèmes les plus vastes de la pensée philosophique.

Chacun sait que la formation du concept de l'Espace a donné lieu à deux théories opposées que Helmholtz a nommées l'une, nativisme, l'autre, empirisme. « La proposition fondamentale de la théorie empiriste, écrit Helmholtz, est que les sensations sont pour notre conscience des signes dont l'interprétation est livrée à notre intelligence ». « En ce qui concerne les différentes théories nativistes, dit Helmholtz, leur point fondamental consiste en ce qu'elles attribuent

la localisation des impressions dans le champ visuel à une disposition innée, soit que l'on ait une connaissance directe des dimensions de la rétine, soit que l'excitation des fibres nerveuses déterminées donne lieu à certaines représentations d'espace en vertu d'un mécanisme préétabli et impossible à définir avec plus de précision ». « L'idée d'Espace ne peut pas être un produit d'éducation, écrit Muller, l'intuition du Temps et de l'Espace constitue plutôt une prémisse nécessaire, une forme d'intuition pour toutes les sensations. Toute sensation est éprouvée sous cette forme d'intuition. Mais quant à ce qui remplit l'Espace, nous ne sentons rien autre que nous-même dans l'Espace, quand nous parlons de sensation et de sens ; et si nous faisons une distinction entre nous-même et l'espace rempli d'objets, c'est parce que des parties spatiales de nous-même se trouvent en état d'affection avec la conscience concomitante de la cause extérieure de l'excitation sensorielle. Dans chaque champ visuel, la rétine se voit elle-même dans son étendue spatiale et à l'état d'affection ; lorsque nous gardons le repos le plus absolu et que les yeux sont fermés elle se perçoit à l'état obscur dans l'Espace ».

Dès le premier instant de réflexion sur les bases essentielles des deux théories nativiste et empiriste on constate qu'elles occupent les antipodes et toute conciliation entre elles paraît impossible (1). Toutefois un point de conjonction devait exister ; il ne pouvait être perçu qu'à la suite de la découverte de l'organe de l'espace permettant à la théorie du sens de l'espace de s'ériger sur des bases scientifiques et

(1) « Telles sont les deux théories entre lesquelles nous aurons à nous prononcer, attendu qu'il ne peut pas en exister une troisième ». *Théorie Psychologique de l'Espace.* Charles Dunan, Félix Alcan, 1895.

philosophiques certaines. En effet les difficultés de conciliation qui semblent au prime abord insolubles disparaissent aussitôt si l'on veut bien admettre que nous possédons un organe de sens spécialement destiné à nous envoyer des sensations qui servent à former la notion *d'un espace à trois dimensions*. Cet organe est situé dans le système des canaux semi-circulaires. S'il nous paraît difficile d'admettre qu'une seule fibre puisse nous donner la représentation de l'étendue, nous pouvons néanmoins comprendre comment toute une série de fibres disposées dans une des directions de l'Espace nous communiquent, quand elles sont excitées, des sensations d'une étendue ayant la même direction. Mais cédons la parole encore une fois à Elie de Cyon : « Nous pouvons très bien nous figurer comment les sensations d'étendue dans nos plans, dont la disposition, chez tous les vertébrés, répond exactement aux trois coordonnées de l'Espace, peuvent être utilisées par notre intelligence pour la construction d'un concept d'espace. Je dirai plus : aucun autre sens ne présente une relation aussi facile à saisir entre la représentation et la sensation que le sens de l'Espace, d'après ma manière de voir ». Et il ajoute. « Les sensations visuelles et les sensations des mouvements peuvent très bien, à l'aide des signes locaux (1), être projetées sur un espace à trois dimensions, du moment qu'il existe un organe spécialement destiné à nous fournir la représentation d'un système des coordonnées de Descartes. La théorie

(1) Voici d'après les empiristes ce que l'on entend par signe local. Helmholtz écrit : « En ce qui concerne les signes fournis par la vision, ils diffèrent en intensité et en qualité, c'est-à-dire en lumière et en couleur, et doivent présenter de plus une troisième différence, dépendant de la partie qui est excitée par la rétine, et qui porte le nom de signe local. Les signes locaux des sensations de l'œil droit sont généralement différents de ceux des correspondants de l'œil gauche ».

empiriste reçoit de cette manière une nouvelle extension, vu que la notion d'Espace cesse d'être une forme préexistante de notre intuition mais devient, comme les notions des couleurs, des sons, etc, une acquisition de notre intelligence due aux sensations spéciales d'un organe de sens périphérique. Nous comprenons à présent pourquoi c'est justement un espace à trois dimensions qui sert de base à notre géométrie euclidienne. *Les axiomes géométriques nous apparaissent ainsi comme nous étant imposés par les limites de nos organes des sens.* En un mot, l'existence d'un organe de sens de l'Espace permet de résoudre les questions en litige entre la théorie empiriste et la théorie nativiste. La seconde de ces théories est pleinement en droit d'admettre que le concept de l'Espace à trois dimensions nous est fourni par l'excitation des fibres nerveuses, auxquelles nous devons les sensations de direction. D'un autre côté, la théorie empiriste a raison en attribuant aux sensations de direction des canaux semi-circulaires nos représentations sur la forme des objets extérieurs et sur leur disposition dans l'Espace. L'Espace idéal *à trois dimensions*, dont le concept se forme à l'aide des sensations que nous recevons des trois canaux semi-circulaires, sert naturellement aussi bien à la détermination de la disposition des objets dans le monde extérieur, à l'aide de notre sens de toucher ».

La théorie du Vertige Visuel.

« L'action régulière que l'excitation des canaux semi-circulaires exerce sur l'appareil oculo-moteur et qui se manifeste par le fait que toute excitation d'un canal semi-circulaire provoque des contractions ryth-

miques ou tétaniques des globes oculaires — et cela dans le plan du canal excité, — cette action, disons-nous, a montré que le système des canaux semi-circulaires doit jouer un grand rôle dans la production du vertige visuel. Quelle est la nature de ces rapports, ou, en d'autres termes, quelle est la relation qui existe entre l'organe du sens de l'Espace et les sensations visuelles ? La connaissance d'un organe destiné à la perception des trois directions de l'Espace modifie entièrement la théorie de la vision binoculaire, ainsi que celle de la localisation de nos impressions visuelles ». C'est en ces termes que s'exprime de Cyon dans son ouvrage sur « L'oreille organe d'orientation dans le Temps et dans l'Espace », déjà bien souvent cité, à propos de sa théorie sur le vertige visuel. Et le savant nous fait très justement remarquer que lorsque nous exécutons des mouvements de rotation autour de notre axe longitudinal et que nous nous arrêtons tout à coup « nous éprouvons une sensation de vertige dans lequel tout l'Espace nous paraît tourner dans un autre espace imaginaire et en sens opposé à la direction du mouvement de notre corps ». Les rapports normaux entre les impressions reçues par l'appareil visuel et les notions fournies par les canaux semi-circulaires une fois bouleversés, il se manifestera une impossibilité passagère « de mettre d'accord l'espace vu avec l'espace idéal, constamment présent à l'esprit ».

Une personne atteinte de mal de mer et gardant les yeux ouverts n'a devant elle que des objets mobiles changeant sans cesse de position : les sensations d'innervation musculaire, dit le physiologiste, ajouteront donc au trouble de ses perceptions, car elle ne peut déterminer la sensation de la verticale. Ainsi le mal de mer provoque un vertige dû à deux causes : au

mouvement continuel des objets dans le champ visuel et aux déplacements que subit le cerveau du malade et, avec lui, les centres des nerfs ampullaires. D'après la théorie de de Cyon, un sourd-muet dépourvu d'un système de canaux semi-circulaires susceptible de fonctionner normalement, *ne doit pas être atteint de mal de mer*, de même qu'un sourd-muet ne peut subir les erreurs du vertige visuel car le vertige visuel se produit à la suite d'un désaccord entre notre espace idéal et les sensations ayant leur origine dans les canaux semi-circulaires d'un côté, et l'espace vu de l'autre côté.

Le mécanisme de sa théorie du vertige est très clairement exposé dans le passage suivant : « Supposons un système de coordonnées représentant les trois dimensions de l'Espace. Sur ce système, nous transportons un dessin qui représente l'espace vu, c'est-à-dire l'image de notre champ visuel. Chaque fois que ce dessin changera sa position par rapport à ce système de coordonnées, nous éprouverons la sensation de mouvement, que ce changement se soit produit par un véritable mouvement de l'espace extérieur ou seulement par un mouvement passif de la rétine : l'effet sera le même ; nous verrons les objets se mouvoir. Quand le mouvement de la rétine est produit par les contractions musculaires volontaires, les sensations d'innervation de ces muscles nous préservent d'une illusion, en nous avertissant que le déplacement du dessin est produit par nous-même. » Et : « Il est évident que les mêmes sensations de mouvement doivent se produire quand c'est le système de coordonnées qui change sa position par rapport à l'image. Dans le cas qui nous intéresse, ce déplacement du système de coordonnées peut se produire, soit à la suite de troubles cérébraux (vertige de rota-

tion), soit à la suite de perturbations dans les sensations des canaux semi-circulaires à l'aide desquelles se construit le système de coordonnées ».

Voici une des plus curieuses expériences de de Cyon ayant trait aux fonctions des canaux semi-circulaires, et qui montre « à quel point les troubles moteurs observés à la suite de la section des canaux semi-circulaires sont intimement liés aux représentations inexactes de l'espace, ou, pour mieux dire, en désaccord entre l'espace vu et celui qui est construit à l'aide des sensations provenant de ces canaux. Plusieurs observateurs ont confirmé ce phénomène observé par moi que les pigeons dont les canaux ont été lésés (surtout lorsque l'opération a détruit tous les canaux des deux côtés ou, plus rarement, lorsque la destruction n'a été qu'unilatérale) ne peuvent maintenir leur équilibre qu'en renversant complètement leur tête, c'est-à-dire en lui donnant une position telle que le bec regarde en haut et l'occiput en bas. Dans cette attitude de la tête, l'œil droit se trouve à gauche, l'œil gauche à droite, les parties supérieures de la rétine sont devenues inférieures et ainsi de suite. Dès que le pigeon a réussi à redevenir dans une certaine mesure maître de ses mouvements, il choisit cette attitude qu'il garde jusqu'à ce qu'une impulsion extérieure le force à l'abandonner. Il suffit de remettre sa tête dans l'attitude normale pour provoquer instantanément un accès de mouvements involontaires. Cette observation présente une importance capitale pour ma théorie des fonctions des canaux semi-circulaires ; parmi tant d'autres preuves expérimentales, elle nous fournit en effet la démonstration la plus éclatante, parce que la plus concrète, de l'important rôle physiologique du système de coordonnées

idéal, à savoir que ce système nous permet de transformer nos images négatives en positives ».

De Cyon reconnaît toute l'importance de sa théorie du vertige visuel pour l'établissement d'un concept précis sur la nature des sensations produites par l'excitation des canaux semi-circulaires. Il reconnaît d'ailleurs également la concordance existant entre sa conception des représentations spatiales et celle que Purkinje avait déjà formulée d'une façon si claire. Et il cite certains passages publiés dans le *Breslauer Zeitung* de l'année 1825. Tout d'abord Purkinje distingue d'un côté « les vrais mouvements, aussi bien chez le sujet organique qu'au dehors de lui, dans la mesure où ces mouvements se rapportent à des changements de place que la matière ou certaines quantités de matière subissent dans l'espace réel ; et d'un autre côté les mouvements apparents qui s'accomplissent principalement dans l'espace idéal et sont transportés sur l'objet ». Purkinje distinguait, ainsi que de Cyon le devait faire plus tard, un espace idéal (subjectif) de l'espace réel (objectif). Quant aux principaux phénomènes des mouvements apparents des objets visibles, Purkinje écrivait : *On admet en vue de leur explication un sens général de l'Espace qui domine tous les sens scientifiques et dans lequel viennent se ranger leurs impressions et intuitions particulières.*

Il faut constater que Purkinje a parlé le premier d'un *sens général de l'Espace* avec une intuition des plus remarquables et cela avant même les fameuses expériences de Flourens sur les canaux semi-circulaires. Ignorant alors complètement les rapports entre la représentation de l'Espace idéal et les sensations dues aux canaux semi-circulaires, il a su néanmoins préciser les rapports existant entre cet

espace objectif de même que la différence entre les deux représentations de l'Espace.

Les sensations de direction dans la formation de notre représentation de l'Espace.

Nous avons vu dans ce qui précède et au cours du chapitre sur « la théorie du sens de l'Espace » que les sensations de l'appareil des canaux semi-circulaires sont des sensations des trois directions de l'Espace, contrairement à ce qu'avaient cru établir de nombreux physiologistes attribuant aux canaux semi-circulaires de l'oreille les sensations de rotation ou d'accélération, ou les sensations statiques ou encore de vertige ou d'équilibre. Dès l'année 1873, de Cyon déclarait que les canaux semi-circulaires sont en rapport avec certaines représentations spatiales. Ses nombreuses expériences et ses recherches sur les rapports existant entre les canaux semi-circulaires et le centre d'innervation des mouvements oculaires permirent au savant d'aboutir à cette loi importante : « L'excitation de chaque canal semi-circulaire provoque des mouvements oscillatoires des globes oculaires dont la direction est déterminée par le choix du canal excité ». De cette loi devait naître la théorie de l'Espace que nous exposons ici et dont la haute valeur ne peut échapper à personne. « Les sensations provenant des excitations des nerfs des canaux semi-circulaires sont les sensations de direction chez l'homme et les animaux supérieurs, déjà connues depuis des temps immémoriaux. Il en est de même du nombre de ces sensations. *Trois directions fondamentales arrivent seulement à notre perception* : droite-gauche, haut-bas, avant-arrière. A chaque

canal semi-circulaire correspond une de ces sensations spécifiques de direction ».

Au cours de ses recherches sur la théorie du sens de l'Espace, de Cyon s'était vu obligé d'abandonner les notions proposées par Helmholtz sur les sensations d'innervation et de contraction des muscles oculaires. En effet, l'admission de ces sensations n'était pour la théorie empiriste qu'un expédient qui n'avait plus raison d'être depuis la découverte d'un sens spécial pour les sensations de direction. « La perception de la direction, et surtout le choix de la direction donnée, précède le mouvement : elle ne peut donc être produite par des sensations d'innervation ».

Les études de de Cyon sur les sensations de direction ne doivent pas nous faire oublier les recherches d'Autenrieth qui datent de 1802 car ses considérations possèdent encore aujourd'hui un grand intérêt. Ainsi il écrit : « La fonction des organes semi-circulaires consiste à fournir la sensation de direction que suit le son pour arriver jusqu'à nous », et, ailleurs, la disposition des canaux semi-circulaires est telle « qu'ils correspondent aux trois dimensions du cube, c'est-à-dire à la largeur, à la longueur et à la profondeur, et que chaque son qui vient d'une de ces directions frappe toujours un de ces canaux perpendiculairement à son axe, et l'autre en suivant la longueur de l'axe ». On voit d'après ces citations qu'à Autenrieth revient le mérite d'avoir établi le premier, au début du XIXe siècle, les rapports entre les canaux semi-circulaires de l'oreille et les sensations de direction du son. Elie de Cyon, mû par le désir d'étudier les phénomènes de Flourens, devait aboutir à l'édification de sa théorie du sens de l'Espace. Ce qui l'avait également poussé vers l'étude du problème dans toute son ampleur philosophique

c'est qu'il se rendait parfaitement compte de « l'insuffisance de nos connaissances sur la formation de nos représentations spatiales » que des physiologistes et des philosophes tels que Lotze avaient, avant lui, reconnue. « Aucune de ces deux théories (nativiste et empiriste) écrit Lotze, ne suffit à nous faire comprendre pourquoi un système de sensations qui n'implique aucune notion de l'Espace doit forcément être perçu sous la forme de l'Espace à trois dimensions ». La conciliation entre nativistes et empiristes ne peut avoir lieu, ainsi que nous l'avons déjà démontré, que grâce au fait établissant que les excitations des canaux semi-circulaires produisent des sensations de direction et que ces sensations nous permettent de nous orienter dans l'espace environnant.

Voici les trois propositions qui résument l'élaboration complète de la théorie du sens de l'Espace que nous devons à Elie de Cyon et qui datent de l'année 1900.

« 1° L'orientation proprement dite dans les trois plans de l'Espace, c'est-à-dire le choix des directions de l'Espace dans lesquelles doivent s'accomplir les mouvements et la coordination des centres nerveux pour s'engager et se maintenir dans ces directions, *constitue la fonction exclusive des canaux semi-circulaires.*

2° La régulation et la graduation des forces d'excitation, nécessaires à cet effet, quant à leur intensité et à leur durée, aussi bien dans ces centres que dans ceux dont dépend le maintien de l'orientation, se font principalement dans le labyrinthe de l'oreille.

3° Les sensations produites par l'excitation des canaux semi-circulaires sont les sensations de direction. Elles n'arrivent à la perception consciente que lorsque l'attention est concentrée sur elles. Ces sen-

sations servent chez *l'homme à la représentation d'un Espace à trois dimensions sur lequel se projette son espace visuel, auditif et tactile.* Des animaux n'ayant que *deux paires* de canaux semi-circulaires (par ex. le Petromyzon fluviatilis) ne reçoivent que les sensations provenant *de deux directions* et ne peuvent s'orienter que dans celles-ci. Des animaux n'ayant qu'une paire de canaux semi-circulaires (myxines et souris dansantes japonaises) ne reçoivent que les sensations provenant d'une seule direction et ne peuvent s'orienter que dans celle-ci ».

Le sens géométrique.

Dans la première partie de cet ouvrage nous avons beaucoup insisté sur la vérité de la géométrie euclidienne pour ce qui touche aux lois qui régissent notre univers et cela parce que seule la droite d'Euclide s'adapte à ces lois. Ce n'est pas à cause seulement de la conception de cette droite que nous devons reconnaître la supériorité de sa géométrie mais encore pour ce que le géomètre nous demande avant tout de lui accorder, c'est-à-dire l'admission de ses six postulats fondamentaux. La géométrie d'Euclide est, nous le savons, la géométrie de l'angle droit et de la ligne droite, comme la géométrie lobatchewskienne est celle de l'angle aigu et de la ligne lobatchewskienne, comme la géométrie de Riemann est celle de l'angle obtus et de la ligne riemannienne. Il résulte donc, d'après ces trois géométries, trois formes d'Espace bien caractérisées : 1° la forme euclidienne où la somme des trois angles d'un triangle est égale à deux angles droits et la mesure de courbure est égale à zéro (ligne euclidienne) ; 2° l'Espace de Lobat-

chewsky où la somme des angles d'un triangle est plus petite que deux droits, la mesure de courbure a un signe négatif ; 3° l'Espace de Riemann où la somme des angles d'un triangle est plus grande que deux droits et la mesure de courbure a un signe positif. Mais, peut-il exister plusieurs formes d'Espace différentes, c'est-à-dire peut-il exister plusieurs espaces différents ? Pour nous, il n'existe qu'un seul espace, qui est l'Espace ; il peut exister toutefois plusieurs géométries, mais une seule sera la vraie, c'est-à-dire qu'une seule s'adaptera à notre univers et les autres seront de ce fait des géométries imaginaires ; or nous savons que la vraie géométrie est celle d'Euclide. Pourquoi est-elle la vraie ? La géométrie d'Euclide est la vraie puisqu'étant la géométrie de l'angle droit et de la droite — « le plus court chemin entre deux points » ou « la ligne invisible tracée par le rayon visuel entre l'œil et un objet fixé » — elle correspond à notre sens physiologique de l'Espace situé dans le labyrinthe de l'oreille. Nous avons vu, en effet, que les canaux semi-circulaires sont placés de telle sorte qu'ils constituent un système de trois coordonnées perpendiculaires les unes aux autres. Notre *Moi* conscient correspond au point O de ce système de coordonnées rectangulaires. Toute géométrie établie sur la droite ne se courbant ni se déviant ni à droite ni à gauche et sur un principe rectangulaire entraînera nécessairement l'acceptation du parallélisme selon la conception euclidienne : on sait que sont parallèles les lignes droites qui, situées dans le même plan, ne se rencontrent d'aucun des deux côtés, à quelque distance qu'on les prolonge. Or notre droite est la ligne de direction constante, celle qui, partie d'un point invisible derrière nous, suivant la direction postéro-antérieure,

se dirige sans se courber ni se dévier, vers un point invisible devant nous ; elle sera perpendiculaire à la ligne qui, partie d'un point invisible situé au-dessus de notre tête se dirige sans déviation ni courbure vers un point invisible dans la direction du sol. Ces deux directions correspondent aux canaux sagittaux et verticaux, comme celle venue de droite et se dirigeant vers la gauche ou inversement correspondra à la paire de canaux horizontaux. D'où il résulte que la géométrie d'Euclide ne pouvait posséder des bases physiologiques plus nettement assises. Si Euclide a établi sa géométrie sur la notion de la droite et de l'angle droit c'est que cette notion fait partie de notre intuition et est située à la cime même de notre triple vie physique, intellectuelle et spirituelle.

L'homme ainsi que tous les animaux qui possèdent un système labyrinthique normal considèrent la droite comme étant le chemin le plus court. C'est par la ligne droite qu'ils savent atteindre le plus rapidement leur but ; ils savent aussi qu'ils l'atteindront dans certains cas en prenant la diagonale. Les enfants dans leurs jeux nous donnent sur l'intuition de la droite de constants exemples. Celui qui est poursuivi, tout comme l'animal doué d'un labyrinthe normal, c'est-à-dire à trois paires de canaux semi-circulaires, cherchera toujours à garder la même direction de celui qui le poursuit, alors que ce dernier essaiera de rejoindre le fugitif en déviant de la ligne droite et en prenant la diagonale. La connaissance de la direction de la droite n'existe pas, nous l'avons vu, chez les animaux dont le labyrinthe n'est pas doué des trois paires de canaux comme les lamproies et les souris dansantes japonaises qui ne peuvent se mouvoir qu'en zigzag et en cercle. Même ignorance

de la droite chez les animaux ayant subi une mutilation du labyrinthe de l'oreille. L'homme, également, peut perdre la notion de la droite à la suite de certaines maladies du labyrinthe, de certains troubles dus à l'intoxication par exemple, ou encore au vertige lorsqu'il se produit un déséquilibre entre le sens de l'Espace et les globes oculaires.

Le sens du parallélisme est aussi inné que celui de la droite puisque les enfants comme les animaux qui se poursuivent savent que s'ils se maintiennent sur des lignes parallèles *ils ne se rencontreront jamais.* Peut-on trouver une base physiologique plus exacte à l'axiome euclidien des parallèles : sont parallèles les lignes droites qui, situées dans le même plan, ne se rencontrent d'aucun des deux côtés, à quelque distance qu'on les prolonge ?

Les quatre canaux verticaux du labyrinthe sont le siège de nos sensations de parallélisme : le vertical gauche est parallèle au sagittal droit, le vertical droit au sagittal gauche.

Nous avons déjà parlé des rapports existant entre les canaux semi-circulaires et l'organe de la vue, sur lesquels sont basés les rapports entre l'Espace réel et l'Espace visuel, mais disons-le ici, l'organe de la vue ne peut être le siège du sens de l'Espace. Que ce fait bien établi en soit la preuve certaine : *les aveugles-nés possèdent des représentations exactes de direction et d'Espace.* On sait que l'aveugle-né Saunderson a pu écrire une géométrie, étudier l'Optique et les Mathématiques pures. Or les aveugles-nés accomplissent des mouvements oculaires tout à fait réguliers ; ces mouvements n'ont donc nullement besoin pour se produire de nos sensations visuelles. Les concepts de direction devraient être terriblement confus si les sensations de direction étaient liées,

chez l'aveugle-né, aux « innervations » de ses muscles oculaires. Ces concepts ne peuvent donc avoir leur origine dans les organes visuels qui, à ce point de vue, sont moins aptes que le labyrinthe de l'oreille. La structure anatomique, la position des canaux semi-circulaires, la distribution des terminaisons nerveuses dans les ampoules et les otocystes selon trois plans perpendiculaires forment un tout merveilleusement approprié pour remplir les fonctions du véritable sens de l'Espace. Le nerf auditif est composé de deux branches nerveuses complètement distinctes : le nerf vestibulaire ou nerf de l'Espace et le nerf cochléaire ou nerf auditif proprement dit. Il existe une distinction embryologique très curieuse entre ces deux nerfs. Chez les animaux inférieurs, c'est le labyrinthe de l'oreille qui, généralement, apparaît le premier ; chez l'homme au contraire, selon Flechsig, les ramifications centrales du nerf purement auditif n'apparaissent que bien plus tard et souvent après la naissance. Il y a plus : la circulation sanguine ne se fait pas de la même façon dans les canaux semi-circulaires que dans le limaçon.

La rétine ne perçoit en outre de l'Espace que ce qui est situé devant elle et qui forme son champ visuel, alors que l'organe de l'ouïe est capable de percevoir simultanément, et sans qu'il soit nécessaire de changer de position et grâce à la conductibilité osseuse de la masse cranienne, les excitations provenant des trois directions de l'Espace.

Le processus physiologique de la perception du son doit se faire de la façon suivante : nous le percevons immédiatement quoique nous n'en connaissions tout d'abord que la direction, puis, précisant par la suite cette direction, nous pouvons déterminer la cause de l'excitation, son siège précis, fai-

sant intervenir les autres sens et, en premier lieu, le sens visuel. Nous orientons alors notre regard dans la direction d'où nous vient la perception afin d'en connaître la nature; l'excitation des terminaisons nerveuses des ampoules provoque à cet effet des mouvements des globes oculaires, et, éventuellement aussi, de la tête et du tronc. Cette nécessité où se trouve le labyrinthe de l'oreille de mettre en activité les muscles de ces organes fournit la raison génétique du fait que les centres nerveux de ces appareils moteurs sont dominés par les nerfs ampullaires. (De Cyon. Dieu et Science). Le déplacement du rayon visuel constitue le premier but de tous les mouvements de la tête et du tronc prenant leur origine dans les canaux semi-circulaires. La direction du rayon visuel dépend de la qualité de la sensation produite par l'excitation des nerfs ampullaires affectés. Telle est donc la dépendance de l'appareil oculo-moteur par rapport au labyrinthe de l'oreille.

Le système des canaux semi-circulaires nous montre clairement qu'il est le siège du sens de l'Espace et la base même de la géométrie euclidienne puisqu'il établit l'origine du concept de la ligne droite et de l'angle droit ainsi que des parallèles. Mais le point O des coordonnées rectangulaires, c'est-à-dire notre Moi conscient, ne serait-il pas le centre même de notre Espace ? Ne sommes-nous pas le centre de notre univers, cet univers n'est-il pas pour nous tout ce que nous sommes, et le concept d'un point central n'impliquerait-il pas celui de la circonférence dont les coordonnées seraient des rayons ? Le concept de la ligne droite n'a-t-il pas une valeur non seulement physique et terrestre mais encore spirituelle et morale ? La ligne qui ne se courbe et ne se dévie n'est-elle pas un véritable symbole,

une incitation, une promesse ? D'où vient l'idée de *droiture* sinon de la droite euclidienne ? Comment concevons-nous l'Eternité si ce n'est au moyen d'une droite euclidienne née en un point invisible se perdant dans la direction d'un autre point invisible, et où prend-elle naissance sinon derrière nous, et vers quel point se dirige-t-elle sinon vers un point situé devant nous ? La *profondeur* de la pensée humaine n'est-elle pas représentée par une des coordonnées rectangulaires ? Le regard qui s'élève vers le ciel à la recherche de l'inspiration divine ou à la découverte d'une étoile nouvelle — et ce n'est peut-être qu'une même prière muette — ne suit-il pas la verticale illimitée ? Les yeux qui au-dessus de la plaine immense de l'océan scrutent l'horizon où le ciel et la mer semblent se rejoindre dans une impossible étreinte, ne suivent-ils pas la ligne horizontale en déplacement constant ? Et que sont pour nous l'Amour, le Bonheur, la Justice, la Fraternité, sinon un rêve se modifiant sans cesse, une intangibilité en mouvement se déplaçant sur une droite euclidienne infinie ?

Les problèmes les plus hauts de la vie spirituelle peuvent être rapportés par correspondance aux problèmes géométriques, car la Métaphysique trouve dans la Géométrie ses racines profondes et possède sa Trigonométrie aussi bien que les triangles rectilignes ou sphériques. Les grands Rythmes de l'Univers répondent à un nombre infiniment petit de Lois primordiales et ces mêmes lois primordiales régissent les grands problèmes essentiels de la Pensée. Un jour, un être saura peut-être sculpter ces lois dans une matière impérissable afin de ramener à ces mêmes lois infaillibles le flux et le reflux de la vie spirituelle.

Ainsi donc, en y réfléchissant bien, le sens géométrique doit être la base non seulement de notre vie physique en tant qu'habitant de cette sphère à trois dimensions et non seulement pour ce qui touche à notre vie physique, mais aussi pour ce qui se réfère au domaine de notre vie supérieure et aux problèmes les plus hauts soumis à la clairvoyance et à la perspicacité de notre âme. L'organe du sens géométrique — le labyrinthe de l'oreille — est donc le siège où prennent naissance tous ces concepts. Les canaux semi-circulaires — il est bien de le faire remarquer ici — sont placés de telle sorte qu'ils reproduisent les plans de projection de la Géométrie Descriptive. On se souvient en effet que deux plans perpendiculaires entre eux, l'un horizontal, l'autre vertical, dits plans de projection, se coupent en une ligne droite dite ligne de terre. Celle-ci est bien la sagittale des canaux semi-circulaires alors que les deux plans se rapportent aux canaux horizontal et vertical.

Il me semble superflu d'insister davantage sur l'origine physiologique non seulement des définitions et des postulats euclidiens mais de la géométrie euclidienne de notre univers et, ce qui plus est, de notre vie intellectuelle et intérieure. Cette vie intellectuelle et intérieure tend bien souvent à se dégager du monde à trois dimensions car elle empiète déjà sur celui à quatre dimensions, et ce point nous l'avons déjà admis étant donné que l'être à une seule dimension empiète sur le deuxième espace tout comme l'être-plan empiète sur le troisième espace. Il ne saurait en être différemment pour l'être à trois dimensions, c'est-à-dire — cela revient au même — pour l'être à un système de trois paires de canaux semi-circulaires. Le sens géométrique de l'organe la-

byrinthique est-il à même de nous donner, en plus de la connaissance d'un monde à trois dimensions, la perception *infinitésimale* du quatrième espace ? En d'autres termes, l'organe labyrinthique est-il également le siège de nos sensations de perception venues de la quatrième direction de l'Espace ? Nous essaierons de répondre à cette question dans la troisième partie de cette étude, car avant même de chercher le siège d'une fonction déterminée, il faut reconnaître et établir que cette fonction existe et nous traiterons de cette fonction dans la suite. Mais nous avons encore à parler du sens arithmétique pour compléter l'étude du sens spatial (sens géométrique et sens arithmétique) afin d'asseoir d'une façon solide et définitive son origine sensorielle et les bases physiologiques de la Géométrie d'Euclide.

Sens Arithmétique

« Tous les phénomènes de la nature que nous percevons s'accomplissent dans l'Espace et le Temps. Toutes les sensations qui nous parviennent par l'intermédiaire de nos organes des sens, qu'elles soient produites par des excitations extérieures ou intérieures, sont donc perçues dans l'Espace et le Temps. Kant disait avec raison que nous ne pouvions rien percevoir du monde extérieur sans situer l'objet perçu dans un temps déterminé et en un lieu fini. Cela est également vrai de tout ce qui se passe dans notre propre corps. Partant de cette proposition que nous pouvons connaître la nature de nos fonctions psychiques à l'aide d'opérations intellectuelles purement spéculatives, le philosophe aborde à la fois le problème de l'Espace et celui du Temps ». C'est en

ces termes que s'exprime Elie de Cyon en abordant, dans son chapitre 2 de « Dieu et Science », le problème du sens arithmétique et nous nous trouvons d'emblée au cœur de la question.

L'étude des fonctions des canaux semi-circulaires qui devait amener le savant physiologiste à l'élaboration de sa théorie du sens de l'Espace devait établir également que dans certaines terminaisons nerveuses du labyrinthe de l'oreille et dans leurs centres cérébraux il existe de « véritables appareils automatiques de calcul qui jouent un rôle fonctionnel de première importance dans les innervations des muscles moteurs », et ces appareils de calcul et de mesure servent non seulement à la détermination des intensités d'innervation mais ils agissent sur leur succession et leur durée dans le Temps. Il en découlait que dans notre sphère d'activité motrice les fonctions du labyrinthe de l'oreille comprennent aussi bien les processus relatifs à l'Espace que les processus relatifs au Temps. Or deux facteurs principaux entrent dans les représentations de Temps : la succession et la durée, et ces deux facteurs ont été jusqu'ici l'objet de toutes les études des psychologues et des physiologistes sur les représentations de Temps et sur la conscience du Temps.

En 1852, dans son Mémoire lu devant la Société des Sciences de Saxe « Sur le Sens de l'Espace », Weber avait débuté par cette proposition capitale : « Le sens de l'Espace est un sens différencié ; il n'est toutefois pas un sens spécial mais un sens général ». Vierordt donna au Temps une acception identique à celle que Weber avait donnée à l'Espace, c'est-à-dire qu'il considéra le sens du Temps comme étant également un sens général. Vierordt adopta aussi comme son illustre prédécesseur Weber la conception

qu'il n'y aurait pas d'organes de sens particuliers permettant au sens de l'Espace et à celui du Temps de remplir leurs fonctions physiologiques. Mais Weber avait admis l'hypothèse, pour ce qui se rapporte au sens de l'Espace, des circuits de sensations, c'est-à-dire que les dispositions anatomiques spéciales des fibres nerveuses partant des organes centraux et se distribuant dans les organes de tact périphériques seraient destinées à nous procurer des impressions relatives aux mesures d'espace, des sensations tactiles ou visuelles. Toutefois Vierordt, quoique Weber ait complètement exclu, on le voit, de ses recherches les sens de l'ouïe et de l'odorat, voulut choisir pour ses expériences le labyrinthe de l'oreille. Ces expériences sur le labyrinthe en vue d'expliquer l'origine physiologique des perceptions devaient avoir pour la théorie du sens du Temps les plus heureuses conséquences. Elles devaient indiquer la voie qu'allaient suivre ses propres disciples comme Camerer, Höring, plus tard des savants tels que Wundt, Exner et, récemment, Schumann, Meumann et d'autres encore.

Nous avons dit que les deux principaux éléments de la représentation du Temps sont la succession et la durée. De ces deux facteurs le plus directement et immédiatement perceptible est la succession. En effet la succession des phénomènes qu'ils soient extérieurs ou intérieurs suivent un ordre déterminé ou, ce qui revient au même, une direction déterminée. Les psychologues et les physiologistes sont tous d'accord sur ce point, c'est-à-dire qu'ils reconnaissent que la succession dans le Temps doit être considérée comme une direction : « Le Temps n'a qu'une dimension », dit Kant, et il ajoute : « différents temps ne sont pas coexistants mais successifs, tandis que ffférents espaces ne sont pas successifs mais coexis-

tants ». Or, nous avons vu précédemment que la ligne-temps doit suivre la direction sagittale, c'est-à-dire la postero-antérieure, et qu'elle correspond à la coordonnée de même nom du sens de l'Espace. Le point O est le Moi conscient et indivisible : derrière nous, le passé, devant nous, l'avenir, et, se déplaçant sans cesse sur cette droite sagittale euclidienne, notre Moi en mouvement constant. Il existe pour le Temps une sorte de parallélisme (la simultanéité) qui est à l'égard du Temps ce que le parallélisme pris dans son sens euclidien est à l'égard de l'Espace. Meumann s'est longuement attardé, dans ses « Etudes », sur la question de la simultanéité. Quant à nous, il y a un point sur lequel il est nécessaire que nous nous arrêtions un instant à propos de la ligne-temps : je veux dire sur la conception du passé, du présent, de l'avenir. D'après Schumann on aurait conclu que le Temps se compose du passé et du futur séparés par le mobile : présent. « Comme le passé n'existe plus et que le futur n'est pas encore, le Temps serait quelque chose de réel, composé de deux moitiés dont aucune n'est réelle ». Cette conclusion ne me semble pas juste. Notre Moi conscient en déplacement continuel, véritable mobile suivant la ligne-temps, venu du passé, allant vers l'avenir, a, sans aucun doute, conscience du moment présent, de la seconde vécue; mais peut-on dire que pour ce Moi en mouvement continuel la seule seconde présente soit réelle et vivante ? La seconde qui a précédé et qui ne fait, par conséquent, plus partie du présent mais qui appartient déjà au passé, n'est-elle pas aussi réelle et vivante ? Notre passé n'est-il donc pas aussi réel que notre présent ? Ne suis-je pas aujourd'hui tout mon passé ? Si ce passé n'avait pas été tel qu'il a été, la minute que je vis serait-elle ce

qu'elle est ? On serait plutôt tenté de nier la réalité du présent que la réalité du passé. Je dirai même que le présent existe par le seul fait que le passé existe. Ce que j'éprouve en un quart de seconde n'est déjà plus le présent mais le passé : le présent est insaisissable, le passé demeure. Supposons un instant que le passé n'existe pas. Quelle serait la vie d'un être dans une pareille hypothèse : pouvons-nous seulement l'imaginer ? Pouvons-nous nous figurer une fugitive perception dont nous ne savons rien, dont nous ignorons l'origine et le processus ? Il me semble que nous serions comme aveugles si le passé n'existait pas pour nous et toute notre vie nous paraîtrait incohérente et inexplicable.

Mais portons maintenant nos yeux sur l'avenir. L'avenir n'existe-t-il pas autant que le passé ? La minute, la seconde vécue n'adhère-t-elle pas déjà au futur comme la seconde vécue adhère au passé, et de même que je suis aujourd'hui ce qu'est mon passé ne suis-je pas aussi ce que sera mon avenir, attendu que mon avenir doit devenir un jour mon propre présent c'est-à-dire mon propre passé ? Il n'existe en somme ni passé, ni présent, ni futur, mais une continuité de notre Moi venu d'un point invisible derrière nous se dirigeant vers un point invisible devant nous : il n'existe pas de vide dans la sphère de nos sensations. Il n'y a pas de raison pour que des discontinuités de Temps interviennent dans nos sensations alors qu'elles n'interviennent dans aucun processus vital pas plus d'ailleurs que dans les mouvements sidéraux. Il ne peut exister un vide pour notre conscience que dans le seul cas où un déséquilibre se produit dans nos fonctions supérieures lorsque certains troubles atteignent nos centres psychiques, mais pour la conscience pleine et normale il ne sau-

rait y avoir de discontinuité dans les perceptions de Temps, sauf durant le sommeil qui est un état spécial dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

Ce n'est pas seulement sur la ligne sagittale des canaux semi-circulaires que repose le sens du Temps : l'élément essentiel des mesures de Temps et d'Espace est « fourni par la connaissance des nombres et cette connaissance nous la devons exclusivement au limaçon de l'organe auditif. Les appareils de calcul automatique commandés par le limaçon jouent un rôle décisif dans la mesure de l'intensité et de la durée des innervations. » (De Cyon. Dieu et Science.) Ce fait avait été déjà établi par Helmholtz : « La comparaison entre l'oreille et l'œil est instructive sous ce rapport ; car les objets de l'un et l'autre de ces organes, à savoir, le son et la lumière, sont des mouvements vibratoires qui, selon la rapidité de leurs vibrations, provoquent des sensations différentes : celle des différentes couleurs dans l'œil, celles des différentes hauteurs de son dans l'oreille. Si, pour plus de précision, nous désignons les rapports entre les vibrations lumineuses par le nom emprunté aux intervalles musicaux formés par les vibrations sonores correspondantes, nous obtenons ce qui suit : l'oreille perçoit *dix octaves environ de différents sons*, l'œil, une *sixte* seulement, quoique par delà ces limites, pour le son comme pour la lumière, il existe des vibrations que les méthodes physiques ne peuvent nous révéler. L'œil, dans son échelle réduite, ne reçoit que trois sensations fondamentales différentes, toutes les autres se formant par l'addition de celles-là, qui sont le rouge, le vert, le bleu-violet. Ces trois couleurs se mélangent dans la sensation, sans se troubler mutuellement. L'oreille, au contraire, distingue un nombre extraordinaire de sons de hauteurs

différentes. Il n'y a pas d'accord qui ressemble à un autre accord composé d'autres sons, tandis qu'en ce qui concerne l'œil les analogies sont le cas ordinaire (1) ». « Une autre supériorité du nerf acoustique sur le nerf optique consiste en ceci que chaque fibre du premier n'est sensible, respectivement, que pour les sons compris dans un intervalle très limité de l'échelle, alors que chaque fibre du second est sensible pour toute l'étendue du spectre. Mais la supériorité la plus grande que possèdent les sensations auditives pour la perception de la durée et son estimation est intimement liée au *rythme* et à la *cadence* des excitations sonores. La succession d'impressions auditives d'égale durée, séparées d'intervalles égaux, est de la plus haute importance même pour la perception immédiate de la durée ». (De Cyon.) Mais quelle est l'origine de la perception de la succession et des intervalles de Temps chez l'homme ? Selon de Cyon c'est la périodicité des phénomènes de la nature qui a fourni à l'homme la première occasion des perceptions de temps. « Le lever et le coucher du soleil, le flux et le reflux de la mer, la succession des jours et des nuits, le retour régulier des saisons lié à des changements déterminés de température, ont dû conduire l'homme, aussi bien que certains animaux, à la perception de la succession des intervalles de Temps. Le caractère rythmique des pulsations cardiaques et des mouvements respiratoires, la régularité qui caractérise l'apparition et la disparition de la faim et de la soif devaient nécessairement attirer l'attention de l'homme. » « L'idée de choisir ces phénomènes réguliers, périodiques ou rythmiques pour en faire des unités de Temps a donc

(1) *Die Thatsachen der Wahrnemungen*, Berlin, 1879.

dû venir à l'esprit de l'homme dès les âges les plus reculés. Il commença naturellement par prendre pour échelle de mesure des valeurs de temps les plus brèves, de même qu'il choisit pour les mesures d'espace les longueurs les plus courtes que lui offrait le plus facilement soit son propre corps, soit le milieu environnant. Le pied fut chez tous les peuples la mesure d'espace la plus primitive et la plus répandue. Pour le Temps, on choisît la succession périodique du jour et de la nuit. K. E. von Baer a exprimé cette conviction que la mesure de Temps la plus petite, appelée par nous seconde et employée comme unité, nous a été suggérée par les battements rythmiques de notre pouls ; à l'âge avancé, le cœur bat en effet soixante fois environ par minute ».

Les pages qui précèdent, ont, je pense, montré clairement le rôle joué par le labyrinthe de l'oreille non seulement comme organe du sens de l'Espace mais aussi comme organe du sens de Temps, et de même que nous intitulions le chapitre qui précède « Le sens géométrique » il nous faut à présent parler du sens arithmétique pour justifier le titre que nous donnons à ce chapitre dédié au problème du Temps lié si profondément au problème de l'Espace.

« Si la Science parvenait jamais à fournir une réponse positive à la question si discutée de l'origine des sensations de Temps, les résultats n'en seraient pas moindres que de nous conduire à la connaissance de la nature et de l'essence de l'âme, ainsi que des relations réciproques entre elle et l'activité nerveuse et musculaire. En effet, concevoir la genèse progressive des sensations et des perceptions de Temps n'est pas autre chose que construire génétiquement notre « psyché » depuis ses premiers tressaillements ». C'est ainsi que s'exprimait Vierordt dans son ouvrage sur

« Le Sens du Temps ». (1) Pour qu'un problème d'une si haute portée psychique soit résolu il faut, d'après Vierordt, que la Physiologie réponde à cette question: « Comment un organisme doué de certaines dispositions et de certaines propriétés psychiques rudimentaires, tout à fait inexplicables en soi, en arrive-t-il à différencier progressivement son Moi du monde extérieur et à connaître les rapports d'Espace et de Temps qui existent entre les choses du monde extérieur ? »

Ayant la ferme conviction que Elie de Cyon a pleinement réussi à résoudre les problèmes physiologiques de l'Espace et du Temps en élaborant la théorie basée sur le rôle que joue le labyrinthe de l'oreille qui est le siège des sens géométrique et arithmétique, je ne puis mieux faire que de citer les passages qui suivent dans lesquels l'illustre et peut-être méconnu savant exprime si clairement sa pensée. « C'est en reconnaissant les véritables rapports qui unissent d'une part les mesures de Temps relatives à la succession et à la durée des innervations musculaires ainsi que des sensations des organes sensoriels spéciaux, qu'il a été possible de ramener le sens du Temps proprement dit à sa destination fonctionnelle capitale, c'est-à-dire à un mécanisme de mesure. Dans le sens du Temps, comme dans tous les appareils servant à mesurer, les nombres jouent un rôle essentiel. Sans la connaissance ou la conscience des nombres, le sens du Temps ne pourrait pas satisfaire à sa destination. La construction de nos représentations d'un espace à trois dimensions repose uniquement sur les perceptions de trois directions fournies par notre appareil de canaux semi-circulaires, sans

(1) Karl Vierordt *Der Zeitsinn* Tubingen, 1868.

aucune intervention des nombres. *Il peut y avoir une géométrie sans théorie des grandeurs.* (1) Il n'en est pas de même pour le sens du Temps. Sans nombres il n'y a pas de valeurs de Temps et, par conséquent, la formation de notre concept de Temps ou de notre représentation de Temps devient impossible. Etant donnée l'extrême précision avec laquelle doit s'effectuer, dans les processus considérés, la mesure des innervations ainsi que le choix du moment où chaque innervation particulière doit commencer et finir il s'agit ici le plus souvent de nombres infinitésimaux. Ces mesures, effectuées dans les centres cérébraux moteurs faisant fonction d'énerginomes et d'énergimètres, exigent une précision beaucoup plus grande que celle qu'obtiennent les physiologistes dans leurs mesures artificielles des valeurs de Temps ».

« Essayons de donner une idée seulement approximative de la nature des calculs qui entrent en ligne de compte dans les mesures de temps relatives aux innervations. Chaque mouvement approprié à un but, fût-il même aussi simple que celui de soulever un poids par flexion du bras, exige le concours des impulsions d'un grand nombre de muscles : les fléchisseurs, auxquels appartient le rôle capital dans l'exemple donné ; leurs antagonistes, qui doivent s'opposer à l'exagération du mouvement à exécuter ; les abducteurs et les adducteurs qui fixent l'avant-bras ; les muscles de la nuque et du dos, qui donnent à la tête et à la partie supérieure du corps la position la plus favorable pour exécuter le travail voulu avec la moindre dépense possible de forces d'excitation et de forces musculaires, etc. Chacun des muscles qui participent au mouvement doit recevoir, pendant

(1) C'est moi qui souligne ces mots.

qu'il est innervé, un nombre différent d'excitations dans l'unité de temps. Les moments où l'innervation commence pour chaque muscle et sa durée pour chacun d'eux doivent également être déterminés et mesurés avec précision. Dans ces opérations, les valeurs arithmétiques ne dépassent pas les limites de millièmes de seconde ».

« La finesse et l'acuité avec lesquelles fonctionnent les merveilleux mécanismes à calculer de la substance corticale, commandés par les terminaisons nerveuses du labyrinthe de l'oreille, quand ils distribuent les imp lsions volontaires réflexes, doivent donc être déjà tout à fait extraordinaires dans les mouvements simples du tronc et des membres. Elles le sont encore bien davantage quand il s'agit de mo vements plus complexes de groupes musculaires analogues, comme dans les exercices d un acrobate ou d'un danseur de corde où u ne erreur de quelques millièmes de seconde dans la durée peut devenir et devient souvent funeste ».

« Les opérations des appareils à calculer qui siègent dans nos cellules ganglionnaires exigent une précision vraiment prodigieuse quand il s'agit de l'innervation des m scles de la parole et de la voix et surtout des muscles oculo-moteurs. Ici, en effet, il n'est pas seulement question de calculs portant sur des nombres infinitésimaux : pour que le but soit atteint il faut encore que ces opérations mathématiq es s'effectuent avec une extraordinaire rapidité. Les opérations elles-mêmes se réduisent vraisemblablement a x q atre règles élémentaires : addition, so straction, multiplication et division. Elles sont commandées et conduites, c'est chose prouvée, par les nerfs sensitifs terminaux de certaines parties du labyrinthe de l'oreille, chez les invertébrés exclusivement

par ceux des otocystes, chez les vertébrés supérieurs et chez l'homme particulièrement par les nerfs du limaçon. »

« E.-H. Weber avait montré que des musiciens exercés peuvent percevoir une différence, dans la hauteur des sons, correspondant au rapport de 1000 à 1001 vibrations. C'est l'équivalent d'un 64° de demi-ton, une grandeur plus petite que la distance qui sépare les fibres de Corti. »

« Depuis lors, les nombreuses mesures de nos perceptions de temps, faites par des physiologistes et des psychologues à l'exemple de Vierordt, sont toutes concordantes pour établir avec quelle finesse nous savons reconnaître les différences de temps les plus minimes. Cette aptitude du limaçon à conduire avec une telle présicion des opérations de calcul aussi délicates ne peut provenir que des propriétés des terminaisons nerveuses dans le limaçon, dont chacune n'est sensible ou n'est accordée que pour être excitée par un certain nombre de vibrations par seconde. Ceci nous oblige à admettre que c'est là un véritable organe arithmétique et que c'est à la perception des hauteurs des sons que nous devons directement la connaissance des règles élémentaires de calcul. Comme, à l'exception des sensations immédiates de succession, nos perceptions de temps reposent sur cette connaissance des nombres, nous sommes autorisés à conclure que le sens du Temps se trouve en rapport fonctionnel étroit avec cet organe sensoriel arithmétique. ».

« De même que les sensations des trois directions, dues à l'appareil des canaux semi-circulaires, nous rendent possible, ou plutôt nous imposent la représentation d'un espace à trois dimensions, de même, quant aux deux composantes du concept du Temps, c'est-à-dire la direction et le nombre (pour la durée

du temps), nous pouvons localiser la première dans l'appareil semi-circulaire, la seconde dans le limaçon.

« L'organe du sens du Temps a donc son siège dans l'oreille. Le concept de Temps est formé par l'association des perceptions de direction avec les perceptions des hauteurs des sons auxquelles est due la connaissance du nombre. Nos expériences antérieures ont montré que l'appareil des canaux semi-circulaires doit être considéré comme l'organe sensoriel géométrique. Nous venons de voir que l'organe de Corti peut revendiquer le droit d'être l'organe du sens arithmétique. »

Le passage que nous venons de citer de l'illustre physiologiste se suffit à lui-même. Le savant comprenait toute l'importance scientifique et philosophique que devait renfermer sa théorie et les lignes qui suivent nous en fournissent du reste la preuve certaine :

« Le sens géométrique des canaux semi-circulaires et le sens arithmétique du limaçon servent d'abord à notre orientation dans l'Espace et le Temps, ainsi qu'au plein développement de notre langage et de notre voix. Ce n'est qu'après des milliers d'années d'évolutions ontogéniques qu'ils nous conduisirent à la science mathématique, à la création des arts plastiques et de la musique». «...Pythagore, qui a déterminé exactement les rapports entre l'harmonie musicale et la longueur des cordes vibrantes, et beaucoup d'autres philosophes avec lui, ont attribué à la musique une importance cosmogonique et même sociale très étendue, non pas à cause des jouissances esthétiques que nous lui devons, mais en raison de forces mystiques toute particulières qui seraient inhérentes au nombre et dont la portée serait universelle. Les lois de l'harmonie des nombres devraient

gouverner le monde. Ces aspirations mystiques ont passé d'Egypte et d'Assyrie en Grèce en même temps que les premiers fondements de la Géométrie. Jusqu'à Confucius qui a exprimé des idées analogues sur la musique et l'ordre du monde » .... « Pendant des milliers d'années, mystiques et métaphysiciens ont philosophé en vain sur les vertus secrètes du nombre et les merveilles des formes géométriques. Pour soulever le voile mystique qui avait si longtemps caché la vérité à notre esprit, il a suffi de démontrer expérimentalement que nous possédons, dans le labyrinthe de l'oreille, des organes sensoriels qui gouvernent toute notre sphère d'activité motrice et qui, par l'intermédiaire des sensations de direction et d'appareils de calcul particuliers, nous rendent possible l'orientation dans l'Espace et le Temps, ainsi que la formation du langage humain. »

Remarquons que les musiciens montrent souvent un goût prononcé pour les mathématiques et, inversement, que les mathématiciens ou tous ceux que les mathématiques intéressent sont très doués pour la composition et l'esthétique musicale (1). Ce penchant trouve son explication physiologique en ceci que le sens musical et le sens mathématique ont tous deux leur siège dans un même organe. On peut égale-

(1) « Certainement les nombres de Pythagore ne peuvent être compris d'une manière vivante que par la musique : l'architecte construisait selon les lois de l'eurythmie, le sculpteur concevait la forme humaine suivant les lois de l'harmonie ; les règles de la mélodique faisaient du poète un chanteur et c'est du chant du chœur que le drame se projetait sur la scène ; nous voyons partout la loi intérieure, qui ne peut être comprise que par l'esprit de la musique, déterminer la loi extérieure qui régit le monde de l'apparence : le pur état dorien dont Platon cherche, au moyen de la philosophie, à déterminer la conception, l'ordre de bataille même, le combat, étaient réglés par les lois de la musique avec la même certitude que la danse. » Richard Wagner, « Beethoven », *La Revue Blanche*, 15 septembre 1901, (Traduction de Henri Lasvisgnes).

ment déduire du fait que le sens géométrique réside dans les canaux semi-circulaires que les géomètres ou ceux qui sont poussés vers la science géométrique doivent posséder un système de canaux semi-circulaires très sensible et des centres cérébraux correspondants spécialement développés, tandis que chez tous ceux qui ont au contraire une facilité innée pour les mathématiques la structure des organes nerveux du limaçon et les centres cérébraux correspondants doit être d'une finesse toute spéciale.

Pour terminer ce chapitre sur le sens arithmétique avec lequel prend fin l'exposé de la théorie du sens de l'Espace, nous allons laisser encore une fois la parole au Dr Elie de Cyon qui résumera mieux que nous ne le saurions faire ses études sur les sens géométrique et arithmétique. Voici donc, groupés en quelques propositions, les points essentiels sur lesquels repose la théorie de la formation de nos concepts de temps et de nombre.

« 1° L'orientation dans le Temps et la formation de nos concepts de Temps, de même que l'orientation dans l'Espace et la formation de nos représentations d'Espace, dépendent principalement des fonctions du labyrinthe de l'oreille.

2° Pour la simple orientation dans le Temps, il suffit de la sensation de succession, c'est-à-dire de la perception immédiate de la direction de Temps dans laquelle se déroulent les phénomènes extérieurs que nous connaissons par les sensations de nos cinq sens spéciaux. C'est au fonctionnement de l'appareil semi-circulaire que nous devons la connaissance de cette direction.

3° La durée et la vitesse, qui nous fournissent l'élément essentiel pour la formation de nos concepts de

Temps, parviennent à notre perception par l'évaluation approximative ou par la mesure exacte des laps de temps dont se compose la succession continue.

4° La continuité de nos perceptions de temps résulte de ce fait qu'il n'y a pas d'intervalles libres, c'est-à-dire pas de vide de temps dans les excitations et les sensations de notre système nerveux sensitif.

5° Les parties du labyrinthe qui règlent dans l'Espace notre activité motrice par la mesure et la graduation de l'intensité des innervations distribuées aux muscles dans les centres cérébraux gouvernent aussi nos mouvements dans le Temps, puisqu'elles règlent et mesurent exactement la succession et la durée des innervations.

C'est de la précision et de la finesse de cette régulation et de cette mesure que dépend chez l'homme la formation du langage.

6° La connaissance des nombres, indispensable pour la mesure des processus de temps dans le domaine de nos sensations et de notre activité motrice, nous est fournie par les excitations sonores, correspondant aux sons de diverses hauteurs, des ramifications nerveuses finales dans le limaçon et peut-être aussi dans les otocystes.

7° Dans les centres cérébraux où sont transmises et employées à des mesures ces excitations des terminaisons nerveuses, nous possédons de véritables appareils à calculer. Aussi peut-on appeler le limaçon l'organe du sens arithmétique, par analogie avec le sens géométrique de l'appareil semi-circulaire. Le rôle que les sensations de direction remplissent pour ce dernier organe, les sensations des hauteurs des sons le remplissent pour le premier.

8° La localisation du sens de l'Espace et du sens du Temps dans le labyrinthe de l'oreille et la mise en lumière du vrai mécanisme de leur fonctionnement ont donné une base physiologique solide à la conception de Weber-Vierordt, d'après laquelle ces sens sont des sens généraux. En tant que ce fonctionnement est assuré par les organes sensoriels géométrique et arithmétique, la dénomination de « sens généraux mathématiques », donnée par ces savants aux organes en question apparaît comme inspirée par un juste pressentiment de la réalité.

9° Les recherches sur l'origine de notre représentation d'un espace à trois dimensions, représentation résultant des perceptions des trois directions cardinales, provoquées elles-mêmes par les excitations des nerfs ampullaires, m'ont donné l'occasion, il y a une trentaine d'années, d'affirmer que nous devons la formation de notre conscience du Moi au mécanisme du labyrinthe de l'oreille. Le point O du système des coordonnées de Descartes formé par ce mécanisme doit correspondre à notre Moi conscient. La localisation des perceptions de temps, établie précédemment, a confirmé cette origine de notre conscience du Moi et en a considérablement élargi la porté psychologique. Il est désormais incontestable que l'oreille est le plus important de tous nos organes des sens. Sa situation dans le crâne, mieux protégée que celle des autres organes des sens périphériques, indique déjà cette supériorité. La disposition si particulière et si compliquée des appareils conducteurs du son, mais surtout celle des appareils nerveux terminaux, merveilleux de finesse et presqu'impossibles à démêler, du labyrinthe membraneux, répondent morphologiquement à la variété de ces fonctionnements. La connaissance des fonctions du labyrinthe

de l'oreille comme organe du sens de l'Espace et du sens du Temps, ouvrent largement aux naturalistes et aux philosophes les portes par où ils peuvent aisément pénétrer dans l'étude féconde de la vie psychique. »

CHAPITRE III

LES ERREURS DANS LA PERCEPTION DES DIRECTIONS ET LES MALADIES DE L'ORIENTATION ET DE L'EQUILIBRE

Les Erreurs dans la perception des directions.

Introduction et méthodes expérimentales pour l'étude de ces erreurs de perception. — « La nécessité de recourir à l'expérimentation sur l'homme, afin de compléter la détermination des fonctions de l'organe du sens spatial, s'est déjà imposée vers la fin des années soixante-dix lorsque la théorie de ces fonctions fut développée pour la première fois. J'ai institué alors un nombre considérable d'essais sur les illusions spatiales, dont les résultats m'ont permis de donner une base plus solide à ma conception du fonctionnement du labyrinthe. » C'est ainsi que s'exprime Elie de Cyon dans son Introduction au chapitre V. « Erreurs dans la perception des directions » de son ouvrage sur l'Oreille. En effet, ces études expérimentales ont fortement consolidé sa théorie du sens de l'Espace et nous ont fourni les preuves (toujours nécessaires en matière scientifique) de la justesse de son intuition et du bien fondé de sa théorie du sens de l'Espace. Cette étude complète l'œuvre du savant à laquelle nous attachons une si haute importante pour sa por-

tée philosophique; elle devait nécessairement trouver sa place ici-

Le point capital qu'il est utile de faire avant tout ressortir réside en ceci que les erreurs dont il va être question ne portent que sur le *sens* des directions. En effet, nous nous trompons au sujet du droit et du gauche, du dessous et du dessus (dans l'ascension en ballon), de l'avant et de l'arrière (dans le voyage en chemin de fer), mais nous ne confondons jamais la direction verticale avec l'horizontale, ou celle-ci avec la sagittale. Un autre point important est constitué par les expériences relatives aux illusions d'orientation dans l'obscurité ou les yeux fermés. Car, ainsi que le dit très justement de Cyon, on relève dans ces expériences « l'influence que les souvenirs exercent à chaque instant sur nos représentations spatiales. » Ecoutons à ce propos le physiologiste : « Elles (ces expériences) ont montré notamment que, dans l'obscurité, les images spatiales perçues pendant quelque temps persistent dans la mémoire et sont transportées par nous involontairement et irrésistiblement sur l'espace réel momentané, et cela bien que nous soyons *conscients* qu'en réalité cet espace représente une image toute différente. Lorsqu'on se trouve dans un espace nouveau et inaccoutumé, on se voit obligé de localiser les *objets habituels* dans l'ordre spatial qui correspond, non à notre *conviction consciente*, mais *aux images-souvenirs.* »

Les erreurs d'après de Cyon reposent le plus souvent sur une projection erronée du champ visuel ou tactile, sur le système des coordonnées de l'appareil des canaux semi-circulaires, c'est-à-dire sur l'espace géométrique idéal qui nous est fourni par le labyrinthe de l'oreille. Ces erreurs étaient fort difficiles à analyser, il fallait avant tout étudier la perception

des sensations de direction aussi indépendamment et séparément que possible des sensations visuelles et tactiles, et en premier lieu exclure toutes les erreurs basées sur l'orientation optique et même celles qui se produisent par l'intermédiaire de l'appareil oculo-moteur. Cette exclusion n'est pas toujours aisée à cause de la dépendance de ce dernier appareil par rapport au labyrinthe. Plus faciles à éliminer sont les erreurs produites par l'intermédiaire des seules impressions visuelles ; il suffit pour cela de faire toutes les expériences sur les erreurs de perceptions de direction dans un espace complètement obscur, selon le système de de Cyon, et à l'abri de toute excitation lumineuse. Les expériences que nous allons rapporter ici ont été exécutées toutes par l'illustre savant d'après sa méthode basée sur le maximum de simplicité et de netteté et sur un grand nombre de personnes voulant bien se soumettre à ces expériences sans parti-pris. Il fallait en outre rendre les résultats obtenus tout à fait indépendants des renseignements verbaux fournis par les sujets, et ces résultats devaient être notés graphiquement, sans que les sujets puissent modifier au cours des épreuves les tracés. C'est grâce aux résultats ainsi obtenus que de Cyon a pu se rendre compte du *fonctionnement physiologique du sens spatial* ainsi que de ses rapports avec les autres organes sensoriels et tout particulièrement avec le sens de la vue.

Trois sont les facteurs dont il faut tenir compte dans l'analyse de nos erreurs de perception des trois directions fondamentales, la verticale (haut-bas), l'horizontale ou la transversale (droite-gauche) et la sagittale (avant-arrière) ; à savoir : 1° du sens de l'erre r, c'est-à-dire de la déviation par rapport à la direction normale, c'est ainsi qu'en ce qui concerne par exemple

la direction verticale on doit rechercher si la position oblique est dirigée de droite à gauche ; 2° de l'amplitude de la déviation, c'est-à-dire de l'angle que la direction apparente forme avec la direction normale ; 3° des erreurs dans les jugements relatifs aux rapports qui existent entre une des directions fondamentales et les deux autres. Les rapports entre les erreurs, portant simultanément sur deux ou trois directions dans des conditions identiques, ont une importance capitale pour l'interprétation de ces erreurs, en tant qu'elles dépendent des canaux semi-circulaires. Les angles que les trois directions forment normalement doivent être droits c'est-à-dire qu'ils doivent *correspondre au système de coordonnées rectangulaire* qui représente les trois plans de l'appareil des canaux semi-circulaires. Ils doivent avoir par conséquent 90 degrés. Remarquons avec de Cyon que, anatomiquement, les angles formés par les trois canaux semi-circulaires n'ont pas exactement 90 degrés mais nous transportons ordinairement les images du champ visuel ou tactile, non pas séparément sur le système de coordonnées des canaux semi-circulaires d'un seul côté, mais sur un système de coordonnées rectangulaire idéal qui se forme dans notre cerveau grâce à la concordance des sensations des deux appareils des canaux semi-circulaires. S'il nous était donné de reproduire dans leurs vrais rapports nos représentations des trois directions fondamentales de l'Espace, une pareille reproduction nous donnerait sûrement une image approchée des déviations dont sont susceptibles les rapports anatomiques de nos canaux semi-circulaires. En effet, il se manifeste dans les erreurs de direction déterminées par le labyrinthe de l'oreille des *particularités individuelles* constantes que nous

devons considérer comme des erreurs personnelles dues à des déviations de ce genre. (de Cyon)

Voyons quel est le procédé employé par Elie de Cyon pour ses expériences. Il plaçait une feuille de papier soigneusement fixée sur une planchette exactement verticale, et à la hauteur de la tête de la personne choisie pour l'expérience. Cette personne se tenait debout, et, quoique dans une pièce obscure, les yeux bandés, et traçait, à l'aide d'un crayon et d'une règle, des lignes horizontales et verticales. On veillait à ce que la règle et la main qui la tenait fussent éloignées du papier après chaque tracé et de même pour l'autre main et le crayon. Lorsqu'on désirait obtenir des expériences sur les directions sagittale et transversale on fixait la feuille sur une table ayant une surface exactement horizontale, et le sujet était assis, la tête et la partie supérieure du corps redressées. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, l'aspect du dessin renseigne aussitôt sur le sens de l'erreur dans chaque direction : on mesure cette erreur en portant sur le papier, après l'expérience, la direction normale. Les angles formés par les deux verticales et les deux horizontales, etc, constituent, d'une facon générale, *l'intensité* de l'erreur. Les grandeurs d'angles nous renseignent sur les rapports existant entre les erreurs dans les différentes directions. « L'étude des erreurs de direction chez l'homme, écrit Elie de Cyon, présente un intérêt considérable, parce qu'elle est surtout de nature à nous éclairer sur le mécanisme de la formation de nos représentations du temps et de l'espace... Le chercheur impartial, ayant suivi de près le développement de la théorie qui établit que le labyrinthe de l'oreille est l'organe de nos représentations spatiales, a certainement reconnu l'importance décisive que présente, au point

de vue de son fonctionnement, la situation des canaux semi-circulaires dans trois plans perpendiculaires les uns aux autres... La plupart des séries d'expériences exposées ici permettent de constater ce fait remarquable que tous les sujets, même ceux qui ne possèdent pas de connaissances géométriques, tendent toujours inconsciemment à *s'en tenir dans leurs dessins à l'angle droit*... Très souvent les lignes ne se touchent pas du tout : elles forment cependant une croix lorsqu'on les prolonge... Cette tendance à maintenir l'angle droit même dans l'obscurité montre que nous avons constamment présente à l'esprit l'image des trois directions fondamentales dans leurs rapports réels, tels que nous la fournit le système rectangulaire des coordonnées des trois plans des canaux semi-circulaires ».

Ces citations prises à l'œuvre de de Cyon sur l'oreille nous montrent dès maintenant le point essentiel sur lequel est basé le système euclidien de nos représentations spatiales, c'est-à-dire sur le maintien de l'angle droit. Les erreurs dans la perception des directions que nous allons étudier d'après les expériences de de Cyon faites sur lui-même et sur sept autres personnes qui seront indiquées par des initiales nous amèneront nécessairement aux conclusions générales qui découlent des données obtenues. Nous rapportons les dessins les plus importants qui sont la reproduction photographique de ceux réalisés dans les diverses expériences du physiologiste, et nous ferons remarquer pour faciliter l'interprétation de ces dessins que les nombres qui désignent les grandeurs des angles ont été obtenus après mesure, que les désignations « angle droit » et « angle gauche » se rapportent dans le texte aux angles supérieurs, que les lignes A V signifient les directions verticales dans la

position *redressée du corps*, L V et R V dans les rotations de la tête à droite et à gauche ; A H, L H, R H désignent les horizontales correspondantes ; A S, L S et R S les directions sagittales obtenues pendant que le sujet était assis.

a) Erreurs de perceptions de direction dans l'obscurité, la tête et le corps étant maintenus dans la position droite.

Les erreurs relatives à la détermination des directions se produisant dans l'obscurité, la tête maintenue dans la position droite, sont de deux sortes. 1° On trace chaque direction en la faisant dévier de la normale ; 2° Le rapport entre les directions, c'est-à-dire la grandeur d'angles au niveau du point de croisement dévie plus ou moins de la normale. Selon les sujets, tantôt la première tantôt la deuxième de ces erreurs est la plus accusée, *chacune de ces déviations restant constante chez chaque individu.* Il en résulte que la cause de l'erreur est également constante chez chaque individu et tient à des différences individuelles. Anatomiquement de Cyon en déduit la base de ces défauts individuels : « Chez les dessinateurs non exercés on observe de préférence la première de ces erreurs, chez les dessinateurs experts, au contraire, la deuxième. Dans l'obscurité ces derniers reproduisent le plus souvent la direction verticale d'une façon assez exacte, mais l'horizontale présente chez eux une déviation notable par rapport à la normale ». Chez eux les déviations des angles de croisement de ces deux directions atteignent 5 à 8 degrés par rapport à l'angle droit. Chez les dessinateurs non exercés les directions verticale et horizontale présentent une déviation marquée par rapport

aux directions normales. Et malgré cela les angles de croisement diffèrent à peine de 1 à 2 degrés de l'angle droit.

De Cyon a soumis à des expériences Marguerite, sa fille, alors âgée de 19 ans et G. son fils. La première dessinait fort bien, surtout les figures géométriques. A la lumière, la déviation de la grandeur des angles était, chez elle, égale à 0 et les deux directions étaient assez exactement observées. Au contraire, dans l'obscurité, l'horizontale dévie considérablement de la normale, alors que la verticale est presque régulière. Sur onze expériences la différence d'angles est en moyenne de 3,5° (déviation maxima = 6°, minima = 1°) G. alors âgé de dix ans, s'est servi la première fois d'un crayon pour ces expériences. A la lumière, les différences d'angles sont le plus souvent égales à 0, dans l'obscurité elles atteignent un maximun de 1 degré. Des déviations par rapport aux directions normales étaient néanmoins très prononcées dans les deux cas. Un autre sujet F. auteur de la figure 4 n'a jamais dessiné. Les tracés exécutés la tête dans la position droite à la lumière aussi bien que dans l'obscurité n'indiquent pas de déviations importantes ; dans l'obscurité la ligne horizontale est légèrement inclinée de droite à gauche ; différences d'angles, de 1 à 2 degrés. Autre sujet, bon dessinateur : les verticales aussi bien à la lumière que dans l'obscurité sont normales, mais les horizontales tracées dans l'obscurité offrent une très forte déviation de droite à gauche : 8 degrés au lieu de zéro par rapport à 90. Même modification chez deux autres sujets également bons dessinateurs. A quoi de Cyon attribuera-t-il cette maladresse, étrange pour des dessinateurs exercés ? « A ce fait bien simple qu'ils sont habitués à corriger avec l'aide de la vue les erreurs de perception des direc-

tions provenant des fonctions du labyrinthe. Aussi s'efforcent-ils, lorsqu'ils dessinent dans l'obscurité, de faire les corrections nécessaires en s'aidant de leurs souvenirs. » La correction leur est plus facile pour la verticale que pour l'horizontale : dans ce dernier cas ils aggravent souvent l'erreur et accentuent la déviation de droite à gauche. Autre constatation faite par de Cyon pour ce qui concerne les dessinateurs inexpérimentés : les erreurs personnelles sont dues à de légères déviations anatomiques dans la position des deux paires de canaux semi-circulaires, et elles se produisent à la lumière comme dans l'obscurité ; c'est que l'aide de la vue lors de la correction a relativement peu d'importance ; et le savant admet que les différences portant sur les grandeurs des angles constituent chez eux *une indication réelle sur la nature des déviations anatomiques individuelles dans la structure des deux appareils de canaux semi-circulaires.*

Toutes ces expériences montrent la tendance du maintien de *l'angle* droit.

b) Erreurs de perception des directions verticale et horizontale, lors des rotations de la tête autour de son axe sagittal.

On constate d'après les figures 4, 6, 7, (les fig. 1, 2, 3 se rapportent à des expériences faites par de Cyon sur lui-même) lesquelles donnent les tracés des trois sujets G. F. M. que les erreurs de direction présentent toujours les mêmes caractères. C'est-à-dire : la direction verticale dévie chez eux de haut en bas et de gauche à droite, lorsque la tête est inclinée sur l'épaule gauche ; la déviation est inverse lorsque la tête est inclinée sur l'épaule droite. Le sens des erreurs portant sur les deux directions est donc le

suivant : la verticale nous apparaît penchée dans une direction opposée à celle dans laquelle se fait la rota-

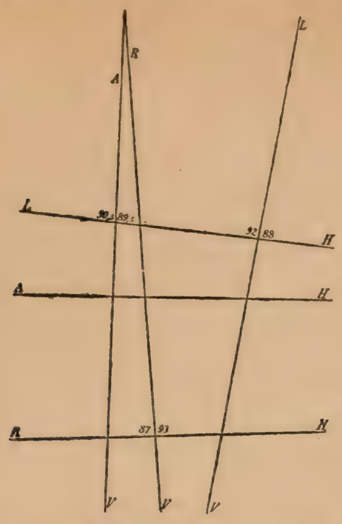


Fig. 1. — Personne C. ; AV et AH indiquent les deux directions avec la tête droite dans l'obscurité. Les déviations des angles de croisement = 0,5°. LV et LH dans l'inclinaison de la tête vers l'épaule gauche, RV et RH inclinaison vers l'épaule droite. Les déviations de l'angle droit de 90° sont 2° et 3°. (Les chiffres 90,5 et 89,5 de la ligne LH appartiennent à la ligne AH.)

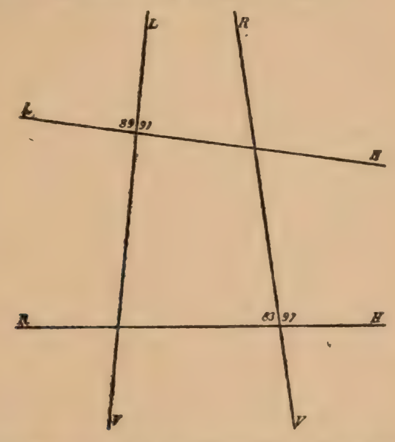


Fig. 2. — La même personne sert pour l'expérience faite dans l'obscurité. Même désignation des lignes que dans la figure 1. Déviation des angles = 1° et 3°. Inclinaisons de la tête très fortes ; corps droit.

tion de la tête, donc à la direction de l'axe vertical de la tête. Il en est de même des erreurs portant sur

les directions horizontales qui apparaissent à leur tour opposées au trajet de l'axe transversal de la tête.

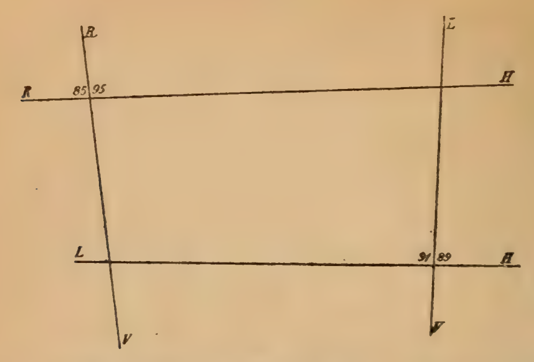


Fig. 3. — La même expérience que dans la figure 2, mais le corps suivait les inclinaisons de la tête.

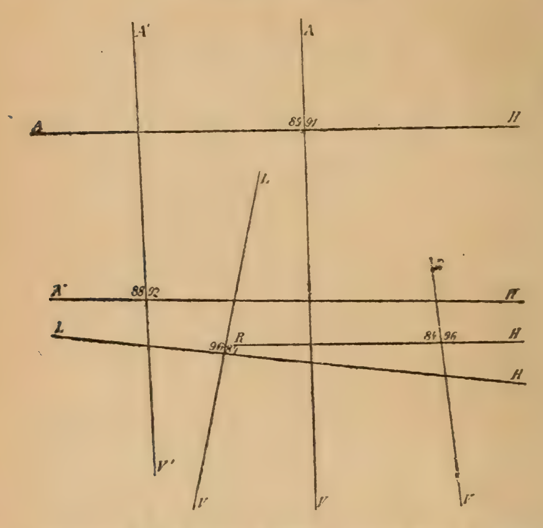


Fig. 4. — Personne F. : n'a jamais dessiné, ignore tout de l'expérience : AV et AH avec les yeux ouverts et dans une chambre claire. Déviation de l'angle 1° dans la position droite de la tête. A'V' et A'H' désignent les mêmes directions, tête droite, mais dans l'obscurité ; déviation de l'angle = 2° — LV et LH, inclinaison de la tête à gauche. RV et HV, tête à droite. Dans les deux cas la déviation de l'angle = 6°.

On constate d'après ces expériences que les grandeurs d'angles, c'est-à-dire les rapports entre les diffé-

rentes directions qui dépendent des particularités anatomiques de l'appareil des canaux semi-circu-

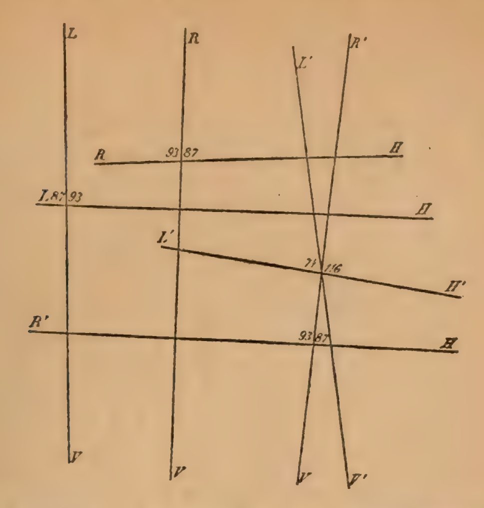


Fig. 5. — Personne G. : Agé de dix ans, n'a jamais dessiné. LV et LH dans l'obscurité, tête inclinée à gauche — déviation angle = 3° — RV et RH, tête à droite déviation angle = 3° — L'V'. L'H' ainsi que R'V' et R'H' par G dessinées 3 mois plus tard dans les mêmes conditions. Déviation, avec tête inclinée à gauche = 16°, à droite = 3°.

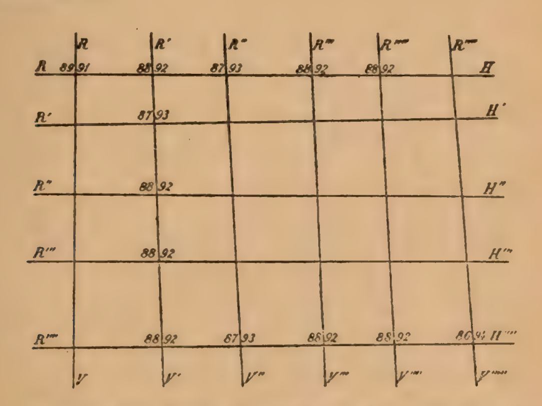


Fig. 6. — Personne M. : dessinatrice excellente. Toutes les lignes dessinées dans l'obscurité et la tête inclinée à droite ; dessine d'abord les verticales, ensuite les horizontales ; la règle et le crayon quittaient le papier. M. restait les yeux bandés et dans l'obscurité. Les déviations des angles variés ont de 2 à 4°.

laires, sont sujettes à des variations peu étendues. « C'est sur ces particularités, écrit de Cyon, que repose

entre autres la preuve de notre tendance à conserver toujours la ligne droite ».

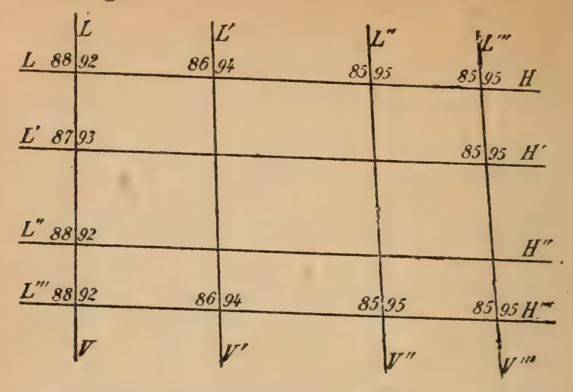


Fig. 7. — Même personne M. : Conditions de l'expérience, les mêmes que dans la figure 6 ; la tête inclinée à gauche ; les déviations de l'angle droit variaient de 2 à 5°.

c) Erreurs survenant au cours des rotations de la tête autour de ses axes vertical et horizontal.

D'après les figures 8, 9, 10, 11, 12, 13, on voit que

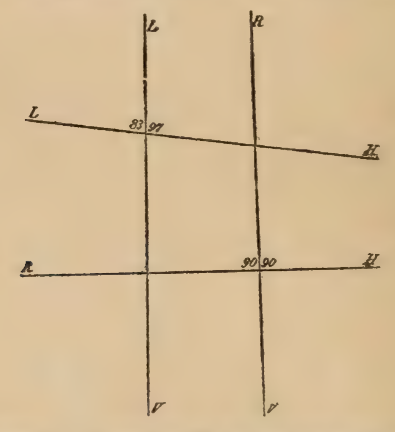


Fig. 8. — Personne C. : La rotation de la tête autour de l'axe vertical, le corps droit immobile ; déviation de l'angle égale à 0°, dans la rotation à droite, et égale à 3° dans le rotation à gauche.

les verticales s'écartent peu de la normale au cours des rotations de la tête autour de l'axe vertical, et,

en tous cas, pas plus que dans l'obscurité et dans la position droite de la tête.

Dans la rotation de la tête à droite les lignes hori-

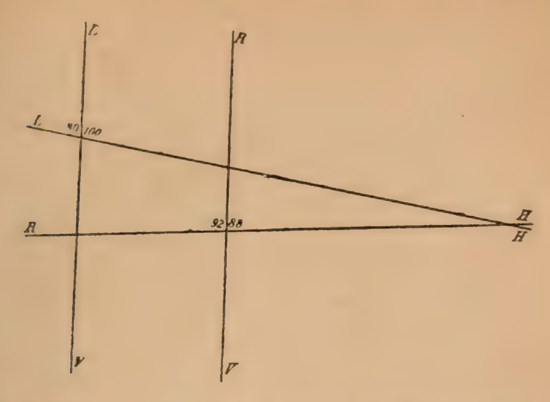


Fig. 9. — Personne G. : Rotation de la tête et du corps autour de l'axe vertical. Dans la rotation à droite la déviation de l'angle est de 10°, la rotation à gauche de 2°.

zontales présentent un écart plus considérable, mais cet écart a lieu, lors de la rotation à gauche, dans le même sens que lorsque la tête garde la position droite.

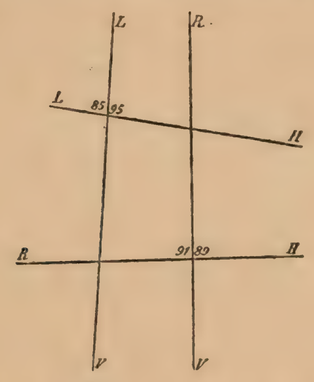


Fig. 10. — Personne G. : Rotation de la tête autour de l'axe vertical ; déviation de l'angle de 90° égale I°, dans la rotation à droite ; égale 5° dans la rotation à gauche.

La principale remarque que l'on peut faire en étudiant les figures 8, 9, et 10 est que la rotation de la tête autour de son axe vertical ne produit pas

d'erreurs portant sur la direction verticale. Cela tient, selon de Cyon, à ce que les plans des canaux semi-

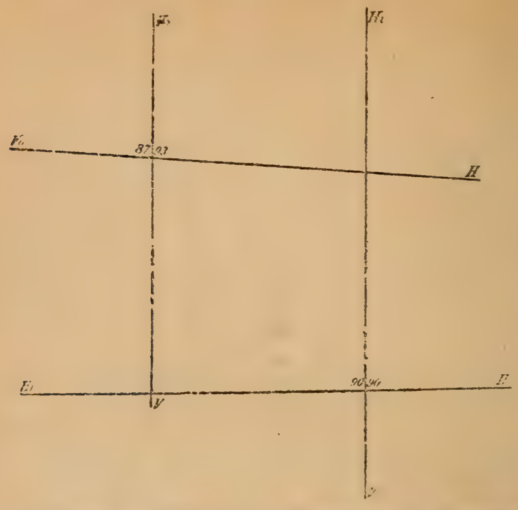


Fig. 11. — Personne G. : Rotation de la tête autour de l'axe transversal. Déviation de l'angle pendant la rotation en avant égale à 3°, rotation en arrière égale à 0°.

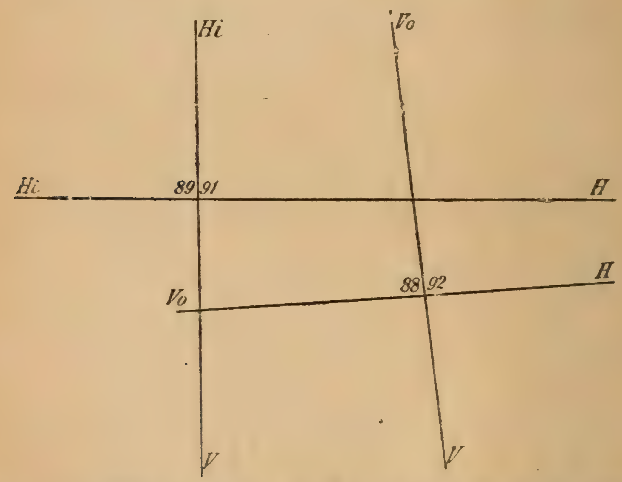


Fig. 12. — Personne M. ; Même rotation de la tête autour de l'axe transversal. Rotation en avant égale une déviation de 2°, en arrière un seul degré.

circulaires verticaux ne subissent aucun déplacement u cours de cette rotation.

Les figures 11, 12, 13 nous montrent que les directions verticale et horizontale tracées dans l'obscurité, la tête subissant une rotation autour de son axe transversal, c'est-à-dire en avant et en arrière, accusent

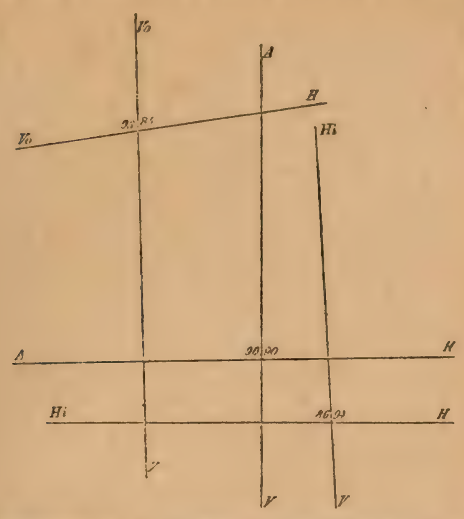


Fig. 13. — Personne G. : Tête droite, les yeux ouverts ; chambre claire. Déviation = 0°, pendant la rotation de la tête autour de l'axe transversal ; dans l'obscurité égale 6°, en arrière 4°.

des différences d'angles qui, lorsqu'elles existent, sont assez légères.

D'une façon générale il s'agirait, pour ce qui concerne les directions verticales lors de la rotation de la tête autour de son axe transversal tout comme dans les rotations autour de l'axe vertical, moins d'erreurs réelles que d'errreurs personnelles.

d) Erreurs portant sur les directions saggittale et transversale.

Les figures 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 que nous reproduisons montrent, écrit de Cyon, « qu'en traçant la ligne horizontale les sujets cherchaient, autant que possible, à se maintenir dans le plan horizontal.

Les écarts se produisaient en haut et en bas, et leur interprétation n'offrait aucune difficulté. Il en est autrement lorsque les mêmes lignes sont tracées dans un plan horizontal : ici les déviations ou plutôt les erreurs de direction se produisent en avant et en arrière. Il s'agit donc à proprement parler de déviations vers la direction sagittale d'une ligne à tracé transversal, de même que les lignes à tracé sagittal devient dans la direction transversale. Les mouvements dans la direction transversale, c'est-à-dire à

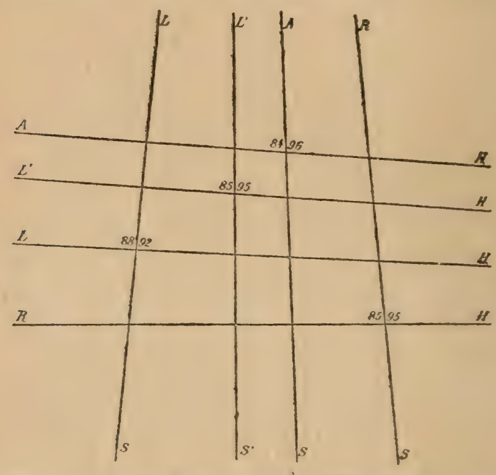


Fig. 14. — Personne G. : AS et AH représentent les directions sagittale et transversale dans l'obscurité, la tête droite ; RS et RH les mêmes directions, la rotation de la tête autour de son axe sagittal à droite. L'H' et L'S' rotation à gauche.

droite ou à gauche, se produisent autour du même axe vertical que les rotations dans un plan horizontal. Ces deux variétés de mouvements sont sous la dépendance de la paire de canaux semi-circulaires horizontaux. Les erreurs portant sur la direction transversale doivent donc découler des mêmes canaux semi-circulaires que les erreurs de la direction horizontale. Lorsque ces erreurs se manifestent dans les déviations des angles de croisement par rapport

à l'angle droit, elles ont la même signification que dans les expériences relatées plus haut. La seule différence à signaler est la suivante : dans les tracés des directions horizontale et verticale faits selon le

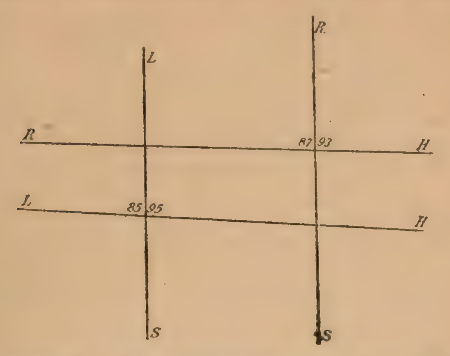


Fig. 15. — Personne M. : Mêmes désignations que la figure 14. Déviations des angles = 3° et 5°.

procédé choisi par nous, il s'agit de l'angle de croisement que le canal semi-circulaire horizontal forme avec le vertical (postérieur), tandis que dans les tracés des directions sagittale et transversale l'angle

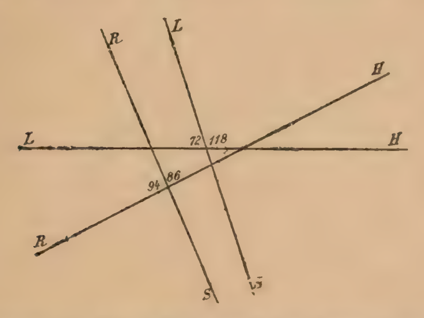


Fig. 16. — Personne G. : Mêmes désignations que dans les figures précédentes. Différences des angles 4° et 9°. (Sur la ligne LH lire 108 au lieu de 118.)

en question est celui que forment les canaux semi-circulaires horizontaux et sagittaux. En d'autres termes : d'après les considérations formulées plus haut, le sujet étant assis, les dessins exécutés de la façon indiquée dans l'obscurité sont de nature à nous

renseigner sur les rapports qui existent entre les canaux semi-circulaires. *La tendance à observer l'angle droit se rapporte donc dans les expériences citées à l'angle que forment les canaux semi-circulaires*

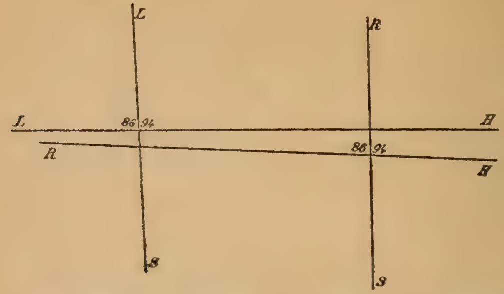


Fig. 17. — Personne C. : Les directions sagittale et transversale pendant la rotation de la tête autour de son axe vertical. Déviations = 4°.

horizontaux et sagittaux, (verticaux antérieurs). Cette conclusion ne s'impose que si les lignes sagittales, tracées au cours des expériences en question, expriment réellement notre perception de la direction sagittale. D'après leur aspect extérieur, les feuilles exécutées dans la position assise et sur une feuille de papier fixée horizontalement ressemblent à ceux tracés sur une feuille verticale. Lorsque nous traçons, pendant que nous sommes assis, une ligne

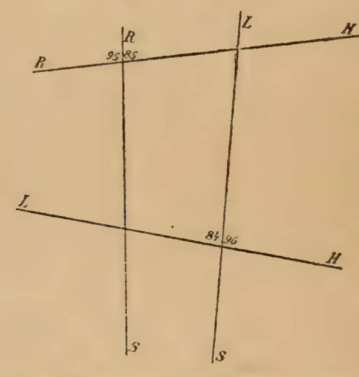


Fig. 18. — Personne M. : Mêmes conditions d'expérience que dans la figure 4. Les déviations = 5° et 6°.

verticale nous faisons au fond la même chose qu'une personne soumise à l'expérience lorsqu'elle trace la direction sagittale ».

Pour éviter cette confusion, de Cyon laissait ses sujets diriger la règle, avant son application, d'abord en avant et ensuite en arrière par rapport à leur propre corps. Cette mesure de précaution s'est montrée assez efficace car les fautes de dessin, commises dans les différentes expériences concernant le tracé

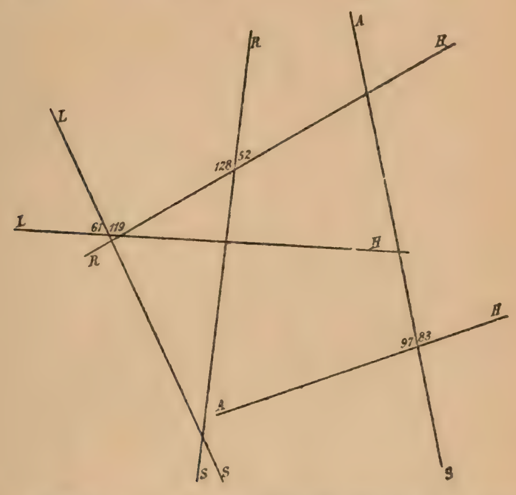


Fig. 19. — Personne G. : AS et AH directions sagittale et transversale, dans l'obscurité, position de la tête droite, déviation = 3°. LS, LH, RS et RH, mêmes directions pendant la rotation de la tête autour de son axe vertical. Déviations = 25 à 38.

des lignes sagittales, coïncidaient très rarement avec les erreurs portant sur les lignes verticales. Au contraire, les erreurs dans les directions transversales coïncident complètement, *du moins quant à leur sens*, avec les écarts des directions verticales commis dans les mêmes conditions : « Si dans l'obscurité, écrit de Cyon, nous tendons en avant un bâton un peu long et si, sans changer de place, nous le déposons avec précaution sur une table en le croisant en-

suite avec un bâton tenu dans la direction transversale, nous obtenons, en ce qui concerne les directions sagittale et transversale, des écarts qui correspondent exactement, quant à leur sens, à ceux déjà constatés sur les dessins. Les figures rapportées et notamment la 14e et la 17e montrent que, au cours des rotations prononcées de la tête autour de l'axe sagittal, lorsque cette rotation atteint un angle de

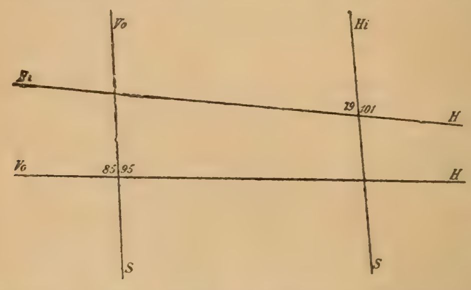


Fig. 20. — Personne G. : VoS, VoH correspondent aux rotations de la tête en avant. HiS, HiH, rotation en arrière. Déviation de l'angle = 5° à 11°.

90 degrés environ, l'erreur dans la direction sagittale paraît se produire dans un sens identique à celui des erreurs que nous observons toujours, en ce qui concerne la direction verticale, lors des rotations de la tête autour du même axe, quel que soit d'ailleurs l'angle de cette rotation; 2° lorsqu'au contraire l'angle de rotation ne dépasse pas 40 à 45 degrés, la perception de la direction sagittale ne révèle qu'une légère exagération de l'erreur commise dans l'obscurité, la tête étant dans la position droite ».

e) Influence des excitations sonores sur les erreurs de direction.

Pour l'élaboration de sa théorie physiologique de l'Espace il était nécessaire que de Cyon étudiât

l'influence des excitations sonores sur les erreurs de direction. Les figures 32, 33, 34 et 35 montrent les

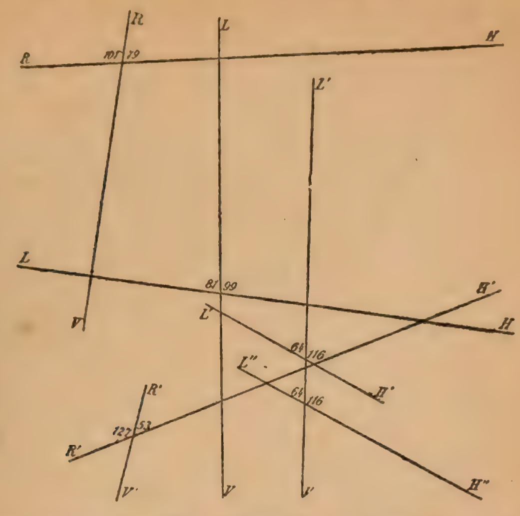


Fig. 32. — Personne G. : RV — RH et LV — LH sont dessinés la tête penchée vers l'épaule gauche avec les yeux ouverts. Déviations = 11° et 9°. R'V' — R'H' et L'V' — L'H' avec les yeux fermés et dans la chambre obscure. Déviations des angles = 27° et 26°. Expérience après le jeu de violon.

déviations d'angles dans les tracés exécutés par une personne G. après avoir joué du violon. L'erreur de

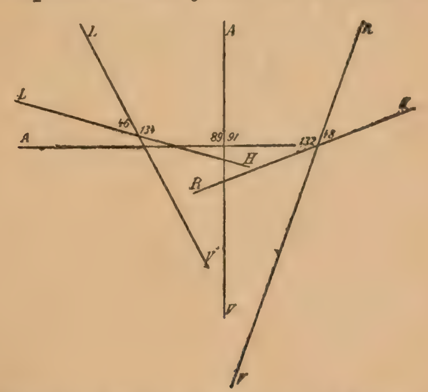


Fig. 33. — Personne G. ; Mêmes dispositions que la figure 32. AV — AH sont dessinées avec la tête droite, dans une chambre claire ; les autres lignes avec rotations de la tête autour de son axe sagittal. Après une demi-heure de jeu de violon.

direction est très grande. De Cyon pensa un moment qu'elle était probablement due à l'inclinaison pro-

longée de la tête à gauche, et la personne G. fut soumise à l'expérience après l'audition d'un concert.

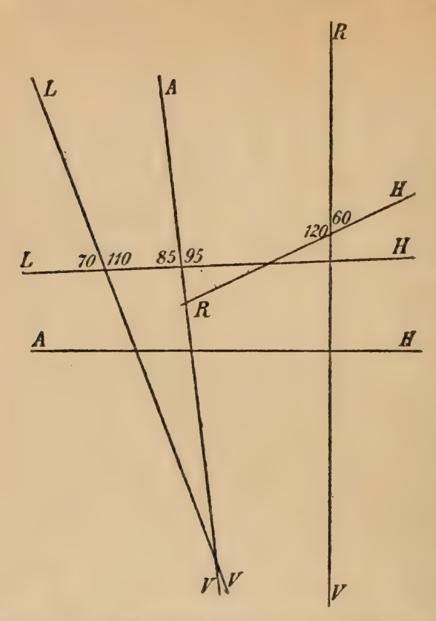


Fig. 34. — Personne G. : Mêmes désignations et conditions d'expérience que la figure 33, les lignes ont été dessinées la tête droite et dans l'obscurité (par erreur le nombre des angles AV, AH avait été transporté sur le croisement AV — LH). Après une demi-heure de jeu de violon.

les figures 36 et 37 nous montrent que dans la pre-

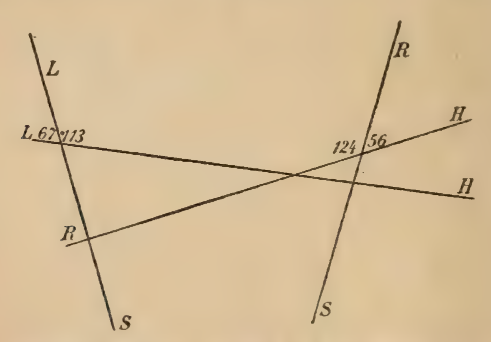


Fig. 35. — Personne G. : Assis. Rotation de la tête autour de l'axe sagittal, déviations des angles = 25 et 24°. Après une heure de violon.

mière les déviations d'angles atteignent 15° pour l'inclinaison à droite, 29° pour l'inclinaison à gauche,

et dans la deuxième, lors de la rotation de la tête autour de son axe transversal, les déviations des

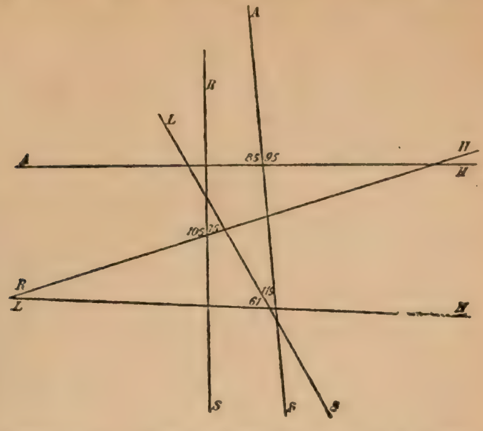


Fig. 36. — Personne G. : Après un concert. Rotations de le tête autour de l'axe vertical, mêmes désignations que la figure 35. AS et AH dans la position de la tête verticale.

angles donnent, la tête penchée en avant, 18°, la

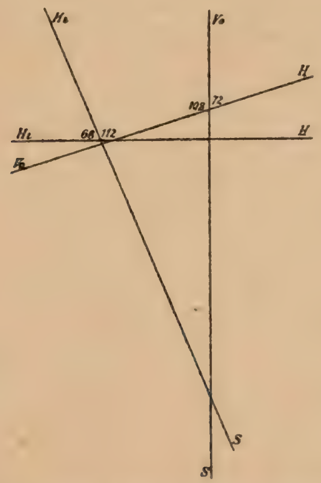


Fig. 37. — Personne G. ; Après le même concert. Rotations de la tête autour de l'axe transversal. Les déviations des angles, la tête penchée en avant = 18°, la tête penchée en arrière = 22°.

tête penchée en arrière 22°. De Cyon voulut également connaître combien de temps après l'excitation

sonore l'erreur de perception persistait, et la figure 38 nous indique que l'écart des angles est pareil à celui constaté dans les figures 34 et 36.

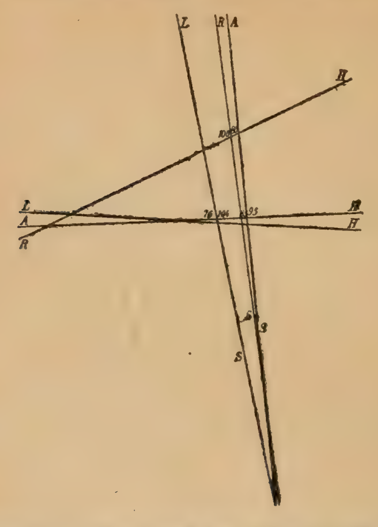


Fig. 38. — Personne G. : Trois heures après le jeu du violon. Rotations de la tête autour de son axe sagittal. Position assise.

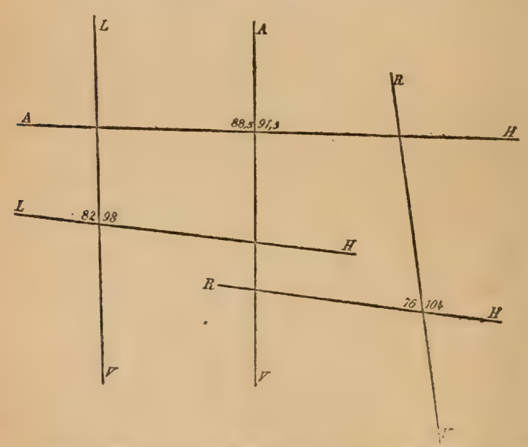


Fig. 39. — Personne M. : Après avoir longtemps joué du piano. Rotations de la tête autour de l'axe vertical. Déviations des angles dans l'obscurité, avec la tête droite 1,5°, dans les rotations à droite et à gauche = 14° et 8°.

Voici un tableau indiquant les valeurs moyennes des angles par rapport à 90° pendant les rotations

de la tête autour de l'axe sagittal confrontées avec les valeurs moyennes obtenues dans les expériences sans excitations sonores préalables.

	Déviations des angles après l'excitation sonore	Déviations des angles sans excitation sonore
Attitude droite du corps dans l'espace clair.	1°	0°
Attitude droite du corps dans l'espace obscur	5°	2°
Inclinaison à gauche dans l'espace clair	9°	2°
Inclinaison à gauche dans l'espace obscur	25°	2°
Inclinaison à droite dans l'espace clair	11°	1°
Inclinaison à droite dans l'espace obscur	37°	2°

Des expériences analogues ont été faites sur la personne M. avec excitations sonores. Les figures 39,

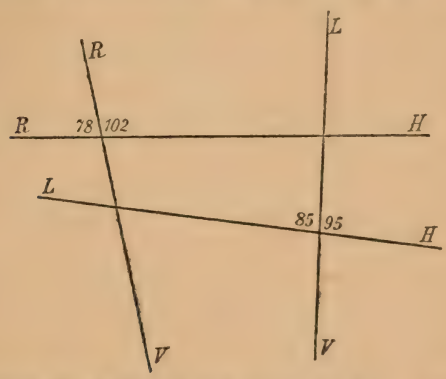


Fig. 40. — Personne M. : Egalement après le jeu du piano, comme la figure 39. Rotations de la tête autour de l'axe sagittal. Déviations des angles = 12° et 5°.

40 et 41 proviennent de ces expériences. Voici un tableau des valeurs moyennes qui résument les déviations des angles chez la personne M. avec et sans excitation sonore.

	Déviations des angles après l'excitation sonore	Déviations des angles sans excitation sonore
Attitude droite de la tête dans l'espace clair.	0°	0°
Attitude de la tête dans l'espace obscur	1°,5	3°,5
Inclinaison sur l'épaule gauche dans l'espace obscur	7°	4°,5
Inclinaison sur l'épaule droite dans l'espace obscur	10°	4°

De toutes ces expériences de Cyon déduisit que « les erreurs auxquelles est sujette notre perception des trois directions fondamentales dans l'espace obscur reposent sur les sensations de direction ayant

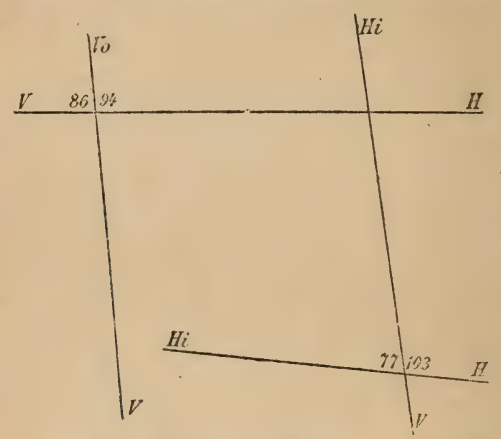


Fig. 41. — Personne M. : Mêmes conditions d'expérience que dans les figures 39 et 40. Rotations de la tête autour de l'axe transversal. Déviations des angles dans la rotation en avant = 4° et = 13° en arrière.

leur point de départ dans le labyrinthe de l'oreille; elles montrent également que les nerfs vestibulaires qui produisent les sensations de direction peuvent être excités par les ondes sonores, c'est-à-dire par les mêmes facteurs que les nerfs auditifs proprement dits. On se trouve ainsi en présence de la preuve

expérimentale directe que l'excitant extérieur des nerfs de l'espace est de nature acoustique ».

f) Erreurs de perception des directions parallèles.

« Lorsqu'on se déplace en avant dans un espace obscur ou les yeux bandés et que, soit pour s'orienter, soit dans un autre but, on saisit avec les mains étendues une table ou un autre meuble dont on connaît exactement la position par rapport à son corps, on a la sensation qu'il a changé de position et est placé obliquement par rapport à l'observateur ; le plus souvent dans la direction de gauche à droite. L'erreur se manifeste donc par ce fait que la table n'est plus parallèle à l'axe transversal de l'observateur, mais forme avec lui un angle aigu dont le sommet est dirigé à droite. Cette erreur se produit invariablement, quelle que soit la fréquence des expériences ».

C'est ainsi que de Cyon décrit dans son livre sur l'oreille l'erreur de perception des directions parallèles. Cette erreur consiste d'après lui à une sensation persistante que deux meubles, dont on connaît la position, nous apparaissent placés obliquement tout en formant entre eux un angle droit.

Lorsque, au début d'un déplacement, on s'approche d'une table dans une direction perpendiculaire à son bord, l'erreur est le plus souvent légère : l'angle aigu est généralement perçu comme ayant son sommet dirigé à droite. Mais lorsqu'on s'approche de la table de côté, c'est-à-dire dans une direction oblique, le sommet de l'angle semble situé à droite quand on vient du côté gauche, et à gauche quand on vient du côté droit. Mais si l'on commence à se déplacer en avant dans une direction parallèle au bord de la

table dont on veut s'approcher et si l'on exécute une fois arrivé auprès d'elle une rotation autour de son propre axe longitudinal en vue d'adopter une position parallèle à ce bord, on perçoit l'angle à droite, lorsque la rotation se fait vers l'épaule gauche, et à gauche lorsqu'elle s'accomplit vers l'épaule droite.

A quoi sont dues ces erreurs de perception ?

En premier lieu à l'attitude de la tête. En effet, lorsque nous nous approchons du meuble choisi, nous adoptons une certaine attitude de la tête et du corps. « Nous avons donc dans la tête, dit de Cyon, à l'état de souvenir à la suite d'une observation antérieure, une représentation exacte de la position de la table, par exemple, et de l'attitude que nous devons adopter nous-mêmes afin de nous retrouver dans une direction qui lui soit parallèle. Mais à mesure que nous nous déplaçons en avant, nous nous écartons un peu de la direction dans laquelle nous sommes engagés et, arrivés dans le voisinage de la table, nous nous trouvons par rapport à elle dans une position oblique. La véritable position du bord de la table reste pour nous celle qui correspond à l'attitude de notre tête, *cette attitude* étant la seule véritablement *gravée* dans notre mémoire. Ceci nous prouve, encore une fois, que nous possédons dans *quelqu'organe* de notre tête une sensation spéciale de parallélisme, et ainsi que nous l'avons exposé en étudiant les bases physiologiques de la géométrie d'Euclide, le cinquième postulat du géomètre grec repose sur une perception ayant son point de départ dans les sensations de notre labyrinthe. »

Dans quelle paire de canaux semi-circulaires réside la sensation de parallélisme ?

Les canaux horizontaux sont placés à droite et à gauche dans le même plan, alors que les verticaux

postérieurs et les sagittaux antérieurs sont placés dans des plans qui ne sont pas parallèles les uns aux autres. Si nous prolongeons les verticaux postérieurs ils se rencontrent presqu'au milieu de l'orifice de la selle turque et les plans des deux canaux saggittaux prolongés en arrière doivent se croiser légèrement au-dessus du trou occipital, tandis que le plan du canal sagittal d'un côté est exactement parallèle au plan du canal vertical du côté opposé. De Cyon pense que « des excitations identiques affectant à la fois les nerfs terminaux du canal saggital droit et du canal vertical gauche peuvent très bien donner naissance à la perception des directions parallèles. » Le savant conclut de ses expériences sur les erreurs de la perception des directions parallèles que les déviations de la tête et du tronc observées au cours de ses expériences sont dues à une excitation unilatérale d'un des canaux sagittaux ou plus exactement, comme il le dit lui-même « de la prédominance des excitations d'un des canaux sagittaux. Le canal vertical du côté opposé étant situé dans le même plan oblique peut subir facilement une excitation analogue susceptible de compléter la sensation de parallélisme ».

Conclusion des erreurs dans la perception des directions.

Voici quelques-unes des conclusions tirées par de Cyon de ses expériences sur les erreurs de direction et qui fermeront ce chapitre que nous leur avons consacré :

1° L'erreur de direction constante qui naît pendant les rotations de la tête dans l'espace obscur dépend du déplacement des plans des trois canaux semi-circulaires. Les rotations de la tête qui n'oc-

casionnent que des déplacements légers ou nuls de ces plans ne donnent pas lieu à des erreurs déterminées se produisant invariablement. C'est pourquoi l'erreur de direction la plus constante se manifeste pendant les rotations de la tête autour de son axe sagittal, les plus aisées à exécuter régulièrement. Les rotations autour de l'axe vertical n'empêchent que rarement la perception exacte de la direction verticale : les rotations autour de l'axe transversal ne l'empêchent que dans une mesure très restreinte.

2° Les erreurs dans la direction horizontale sont celles qui se manifestent le plus souvent pendant la rotation de la tête ; les erreurs dans la direction verticale viennent en deuxième ligne, quant à leur fréquence. Les erreurs dans la direction sagittale sont les plus légères.

3° En ce qui concerne le sens des erreurs dans la perception des directions, le facteur qui produit ces perceptions ou, en d'autres termes, la nature de l'excitation qui leur donne naissance ne présente aucune importance. L'excitation volontaire, l'excitation lumineuse, l'excitation sonore, les variations de pression pulsatile dans l'oreille interne engendrent, dans les déplacements identiques des plans des canaux semi-circulaires, des erreurs identiques quant à leur sens (1).

4° L'intensité des erreurs de direction paraît tout à fait indépendante de la nature de ces excitations ; mais elle est sûrement en rapport avec le degré de déplacement des plans des canaux semi-circulaires, par conséquent avec les grandeurs des angles de ro-

(1) Nous n'avons pas rapporté ici toutes les expériences faites par de Cyon dans son étude sur les erreurs de direction. Nous renvoyons le lecteur désireux d'en prendre une connaissance intégrale à l'ouvrage sur l'oreille, déjà si souvent cité.

tation de la tête. Cette intensité varie dans les limites les plus larges chez les personnes douées d'un appareil auditif très sensible et dont le labyrinthe a subi préalablement une forte excitation musicale.

5° La direction de la ligne visuelle est sans influence sur le sens des erreurs de direction ; elle peut, en revanche, modifier, dans certaines conditions, leur intensité.

6° Le fait que les excitations sonores du labyrinthe de l'oreille sont manifestement capables d'augmenter les erreurs de direction, et celui que les illusions de perception des directions des sons se manifestent, pour les bruits entotiques, de la même façon que pour les autres déterminations des directions dans l'obscurité, ces faits, dis-je, confirment l'opinion émise antérieurement que c'est dans les ondes qu'il faut chercher la cause normale des excitations des terminaisons nerveuses des canaux semi-circulaires, lors de la production des sensations de direction. »

Ces six conclusions confirment la théorie du sens de l'Espace de tout le poids des recherches expérimentales exécutées et montrent, chez l'homme, le rôle du labyrinthe de l'oreille comme organe d'orientation dans les trois directions de l'Espace. Aucun doute ne devrait, à notre avis, exister désormais sur ce rôle des canaux semi-circulaires comme étant l'organe exclusivement créé pour l'orientation dans l'Espace.

Les Maladies de l'Orientation et de l'Équilibre.

A. — L'APPAREIL D'ÉQUILIBRATION.

Il me semblerait avoir incomplètement traité la

question de l'Espace au point de vue physiologique si, après avoir établi la théorie du sens de l'Espace sans oublier l'examen des erreurs dans nos perceptions de direction, je ne consacrais quelques pages aux maladies de l'orientation et de l'équilibre. Notre organe du sens de l'Espace qui, nous l'avons surabondamment démontré, se trouve localisé dans le labyrinthe de l'oreille et précisément dans nos trois canaux semi-circulaires, nous permet de nous orienter dans l'Espace dont nous percevons trois directions et de nous y maintenir en équilibre, l'équilibre n'étant qu'une conséquence de l'orientation. Toutefois cet équilibre est rompu dans certains cas ; notre vie devient alors anormale, c'est-à-dire que nos rapports à l'égard de de notre espace habituel sont gravement troublés. L'étude des maladies de l'orientation et de l'équilibre s'impose donc. Nous diviserons cette étude en deux parties : dans la première nous décrirons notre appareil d'équilibration, dans la deuxième partie nous citerons les principales maladies de l'orientation et de l'équilibre.

Qu'est-ce que l'orientation ? C'est la faculté qui nous permet de nous rendre compte de la position de notre corps dans l'Espace et celle des corps environnants aussi bien par rapport les uns aux autres que par rapport à notre propre corps. L'équilibre est, comme nous l'avons dit plus haut, la résultante de l'orientation. Nous possédons donc un appareil d'équilibration : il est constitué par *les voies centripètes d'orientation*, par *les voies centrifuges d'équilibre* et par *les centres d'orientation et d'équilibre.*

Trois sont les principales *voies centripètes d'orientation : les voies kinesthésiques et de la sensibilité générale ou sens musculaire, celles de l'appareil labyrinthique, et les voies optiques.*

Voies kinesthésiques et de la sensibilité générale.

Par les voies kinesthésiques et de la sensibilité générale nous percevons les impressions utiles à notre orientation. Quelles sont ces voies ? Ce sont les nerfs sensitifs venus du tronc et des membres, les ganglions spinaux rachidiens, les racines postérieures, les cordons postérieurs, le faisceau cérébelleux ascendant, les cornes grises postérieures, la colonne de Clarke, les noyaux bulbaires de Goll et de Burdach (premiers neurones de relais).

Voici quel est le trajet suivi dans la moelle par les impressions kinesthésiques et sensitives. Elles vont du ganglion rachidien du protoneurone sensitif au premier neurone de relais qui est constitué sur la hauteur de l'axe medullobulbaire par la substance grise postérieure et la colonne de Clarke, plus haut par les noyaux de Goll et de Burdach. Entre les protoneurones de réception et les premiers neurones de relais aussi bien qu'entre les différents neurones de relais les communications s'établissent par les cordons postérieurs et par le faisceau cérébelleux ascendant ou direct. Ces voies s'entrecroisent : les unes dans la moelle, les autres dans le bulbe. Les communications qui se font par les cordons postérieurs atteignent un deuxième neurone de relais dans la protubérance, puis passent dans le pédoncule, ensuite dans la partie postérieure du bras postérieur de la capsule interne. A ce point deux semblent être les voies venues des cordons postérieurs pour rejoindre l'écorce cérébrale : une partie des fibres irait directement à l'écorce cérébrale et formerait le faisceau medullocortical, alors que l'autre partie trouverait un troisième neurone de relais dans la couche optique pour aller à l'écorce en passant par le faisceau thalamocortical. Telles sont les

communications qui se font par les cordons postérieurs.

L'autre communication par le faisceau ascendant ou direct forme une voix indirecte plus complexe medullo-cerebello-corticale. La colonne de Clarke en constitue le premier relais; le faisceau atteint le cervelet par le pédoncule cérébelleux inférieur après s'être entrecroisé au-dessus de la moelle. Les impressions vont, du cervelet, et par le pédoncule cérébelleux supérieur au noyau rouge qui est un troisième neurone de relais. Du noyau rouge, une partie rejoint l'écorce cérébrale par le faisceau rubro-cortical, une autre partie va de l'écorce par le faisceau thalamo-cortical après être passé par la couche optique qui est un quatrième neurone de relais. Les impressions venues par les cordons postérieurs ainsi que celles venues par cette deuxième voie parviennent à la zone pariétale et périrolandique.

Voies labyrinthiques.

Le nerf auditif, de la huitième paire, est formé du nerf cochléaire qui part du limaçon et est un véritable nerf sensoriel et du nerf vestibulaire qui vient du vestibule et des ampoules des canaux semi-circulaires; c'est un nerf kinesthésique. Le nerf cochléaire, qui vient du limaçon, passe par les ganglions de Corti et de Boetscher ainsi que par une série de neurones de relais et rejoint l'écorce de la partie moyenne des première et deuxième circonvolutions temporales. Quant au nerf vestibulaire, il va aux noyaux de Deiters et de Bechterew en passant par le ganglion de Scarpa. Ce sont les deux nerfs de l'orientation.

Voies optiques.

Nous avons parlé, à plusieurs reprises, à propos des

expériences de de Cyon, de l'appareil oculo-moteur. Nous reparlerons ici de la vision binoculaire qui joue un rôle essentiel dans l'orientation, car, nous l'avons constaté en étudiant le vertige, l'occlusion des yeux produit des troubles fréquents de l'équilibre : Althaus a dit fort justement que les malades atteints de ce que l'on nomme signe de Romberg et dont l'équilibre dépend de leur orientation visuelle se servent de leurs yeux comme de « béquilles ».

Ces voies optiques ne sont ignorées de personne : elles vont de la rétine à l'écorce de la scissure calcarine en passant par les corps genouillés et tubercules quadrijumeaux. Quant aux communications de ces voies optiques avec les centres d'orientation, elles restent encore incertaines. Les physiologistes ne sont pas d'accord : M. Brissaud nous parle de fibres optico-cérébelleuses situées dans le pédoncule cérébelleux supérieur, M. Pavlow, de fibres de la bandelette optique pénétrant dans le tubercule quadrijumeau supérieur qui est en rapport avec les noyaux du pont lesquels communiquent à leur tour avec l'écorce cérébelleuse par le pédoncule cérébelleux moyen. Ainsi que le dit très clairement M. J. Grasset, Professeur de Clinique Médicale à l'Université de Montpellier, dans son ouvrage sur « Les maladies de l'Orientation et de l'Equilibre » (1) que j'aurai bien souvent l'occasion de citer dans ce chapitre : « Les Voies centripètes d'orientation se groupent en deux catégories : 1° des voies extrinsèques transmettant les impressions venues de l'extérieur ; ce sont les cinq sens et spécialement la vue, l'ouïe et le toucher : 2° des voies intrinsèques transmettant les impressions venues de l'intérieur, ce sont l'appareil kinesthésique général, le nerf vesti-

(1) Chez Alcan,

bulaire (kinesthésique de la tête) et les nerfs kinesthésiques du globe oculaire ».

Voies Centrifuges d'Equilibre.

Ces Voies centrifuges vont de l'écorce cérébrale ou des centres de la base aux cellules des cornes antérieures du bulbe et de la moelle ; de là elles vont aux muscles des différentes parties du corps. Nous trouvons d'abord *le faisceau pyramidal*, puis le *faisceau cérébelleux descendant*, ensuite le *faisceau rubro-spinal ou de Monakow.*

Le premier faisceau part de l'écorce de la région périrolandique, traverse la substance blanche du centre oval, les deux tiers antérieurs du bras postérieur de la capsule interne, passe dans le pied du pédoncule dont il occupe les trois cinquièmes moyens, traverse la protubérance, forme la pyramide antérieure, s'entrecroise (c'est-à-dire la plus grande partie de ses fibres) avec celui du côté opposé et forme dans la moelle le faisceau pyramidal croisé dans le cordon latéral, alors que les autres fibres ne se croisent pas et forment le faisceau pyramidal direct ou de Turck dans le cordon antérieur. Ce faisceau pyramidal direct s'entrecroise lui-même avec l'opposé par la commissure blanche de la moelle. Et c'est de la sorte que tout le faisceau pyramidal parvient aux cellules radiculaires de la corne antérieure de la substance grise de la moelle, du côté opposé à celui des cellules corticales dont il est parti.

Le faisceau cérébelleux descendant aboutit également aux cellules antérieures de la moelle et, parti des noyaux centraux du cervelet du côté opposé, passe partiellement par les noyaux de Deiters et de Bechterew. Ce même faisceau complète une voie centrifuge

indirecte; écorce cérébrale de la région périrolandique, faisceau pyramidal, noyau du pont, pédoncule cérébelleux moyen, cervelet, faisceau cérébelleux descendant, cellules antérieures de la moelle.

Le faisceau rubro-spinal ou de Monakow part du noyau rouge : c'est un faisceau croisé qui rejoint lui aussi la substance grise antérieure de la moelle.

Nous avons suivi les voies centripètes d'orientation et celles centrifuges d'équilibre, nous allons nous occuper à présent des centres.

Centres d'Orientation et d'Equilibre.

Les Centres d'orientation et d'équilibre sont nombreux : cervelet, noyau rouge, appareil labyrinthique, noyau du pont, écorce cérébrale.

Deux groupes principaux de neurones forment le *cervelet* : l'écorce cérébelleuse et les noyaux centraux. Il est mis en rapport avec les parties de l'appareil nerveux de l'orientation et de l'équilibre par des voies afférentes et des voies efférentes. Les trois pédoncules cérébelleux inférieurs, moyen et supérieur, établissent les connexions. C'est par le pédoncule cérébelleux inférieur que le cervelet reçoit la plupart des impressions d'orientation. Par le pédoncule cérébelleux moyen l'écorce du cervelet perçoit, par l'intermédiaire des noyaux du pont du côté opposé, les incitations venues de l'écorce cérébrale par le faisceau pyramidal. Ce pédoncule cérébelleux moyen amène également au cervelet les impressions optiques d'orientation venues par les tubercules quadrijumeaux et les noyaux du pont.

Le pédoncule cérébelleux supérieur contient les fibres qui unissent les noyaux centraux du cervelet au noyau rouge. Ce noyau rouge a pris une très grande

importance dans les travaux de ces dernières années ; nous nous contenterons de dire ici qu'il est situé dans le mésencéphale, et précisément dans la région de la calotte, qu'il reçoit les fibres qui lui viennent du cervelet par le pédoncule cérébelleux supérieur et des impressions optiques. Les impressions venues du cervelet et d'ailleurs peuvent suivre du noyau rouge trois voies ; par une quelconque de ces voies les excitations parties du noyau rouge parviennent aux cellules des cornes antérieures de la substance grise de la moelle du côté opposé.

On voit donc que le cervelet possède « toutes les connexions faites pour centraliser les impressions d'orientation et présider à l'équilibre du corps. » (J. Grasset). Mais le cervelet n'est pas l'unique centre d'équilibre et d'orientation ; nous connaissons trop bien l'importance de l'appareil labyrinthique pour qu'il soit nécessaire de reparler de ses fonctions. Pour ce qui concerne le noyau rouge, Pavlow dit « qu'il est un centre réflexe pour transmettre les impressions de lumière aux muscles de notre corps et pour maintenir nos muscles en une contraction constante, laquelle concourt à l'équilibre du corps sans l'intermédiaire de la volonté ».

Il résulte de tout ce qui précède que les voies centripètes d'orientation, les voies centrifuges d'équilibre et les centres d'orientation et d'équilibre forment un grand tout qui constitue l'Appareil de l'Équilibration. Il faut toutefois distinguer deux catégories d'orientation et d'équilibre : c'est-à-dire une orientation consciente et un équilibre volontaire, une orientation inconsciente et un équilibre automatique. « Quand l'orientation est perçue par la conscience et quand la volonté intervient dans l'équilibre, l'écorce cérébrale est comprise dans l'arc nerveux utilisé et

actif. Quand, au contraire, l'orientation reste inconsciente et l'équilibre automatique, l'arc va directement des appareils sensoriels aux centres automatiques (cervelet, noyau rouge...) et des centres automatiques aux cellules motrices bulbo-médullaires : alors l'écorce cérébrale n'intervient pas ». C'est ainsi que s'exprime magistralement M. Grasset dans son ouvrage sur les maladies de l'orientation et de l'équilibre. Je vais d'ailleurs parler ici de son intéressante conception de l'automatisme psychologique et me permettrai de reproduire deux de ses schémas représentant deux différents polygones d'équilibration.

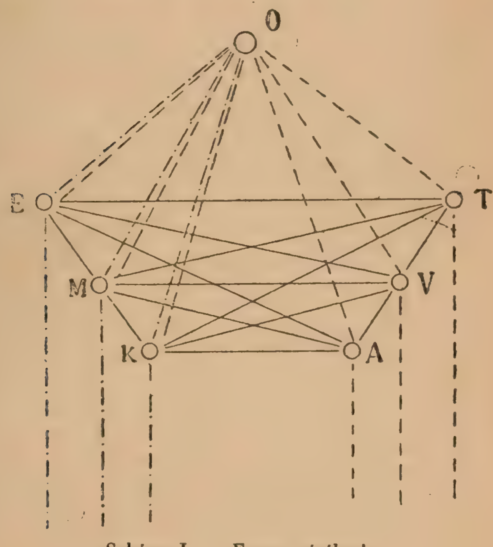


Schéma I. — Ecorce cérébrale.

O, du lobe prefrontal (?) ;
A, des circonvolutions temporales ;
V, de la région calcarinienne ;
T, de la région périrolandique ;
E, du pied de la 2e frontale gauche ;
M, du pied de la 3e frontale gauche ;
K, de la région périrolandique.

M. Grasset nous fait observer qne chaque point de ce polygone ne saurait représenter un point mathé-

matique ni un neurone défini. Ainsi, le point T, centre de la sensibi ité générale, se rapporte à toute la région périrolandique, comme le point M, centre de la parole, est le tiers postérieur de la troisième circonvolution frontale gauche. Grasset découvre une grande parenté entre son centre O et la zone d'association antérieure de Fleschig, et il cite ce qu'écrit van Gehuchten sur les centres d'association :

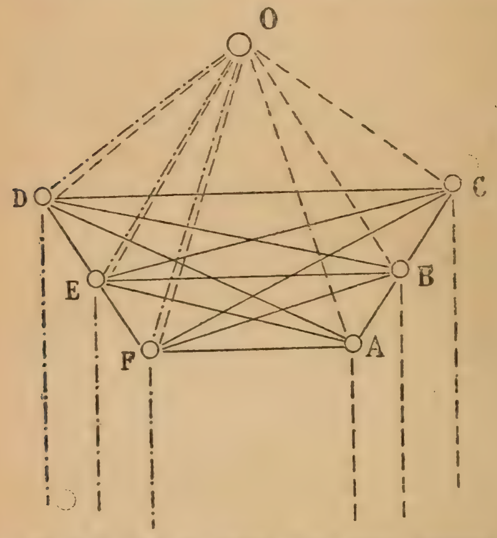


Schéma II. — A, B, C, D, E, F, cervelet, noyau rouge, tubercules quadrijumeaux, noyaux de Deiters et de Bechterew, noyaux du pont.

« C'est dans les centres d'association que toute sensation perçue laisse une empreinte ineffaçable qui constitue le souvenir. C'est là que se rencontrent, se réunissent et se fusionnent en des centres supérieurs les sensations tactiles, visuelles, olfactives et acoustiques. C'est là que les sensations sont comparées entre elles et comparées à des sensations ultérieures. C'est là que l'esprit trouve tous les éléments indispensables à tous les actes de la vie intellectuelle et psychique. Ces centres sont, en définitive, dans le cerveau de l'adulte, le substratum anatomique de ce

qu'on appelle l'expérience humaine, savoir : connaissance, langage, sentiments esthétiques, moraux... »

Trois sont, selon Fleschig, les zones d'association : la moyenne et la postérieure formeraient le polygone de M. Grasset, c'est-à-dire la moyenne comprend les centres du langage, la postérieure comprend les centres sensoriels ; quant à la zone antérieure dans laquelle il localise la conscience et la personnalité, elle équivaut au centre O de Grasset. La séparation des centres polygonaux et le centre O de M. Grasset explique bien des troubles psychiques et surtout la cause des maladies du langage. Nous aurons l'occasion de nous en rendre mieux compte lorsque nous nous occuperons tout à l'heure des maladies de l'orientation et de l'équilibre.

Les travaux récents sur la perception nous permettent de la diviser en deux catégories se rapportant, l'une aux centres polygonaux, l'autre à O. Aux centres polygonaux appartient la perception simple ou perception du premier degré « l'identification primaire qui produit la reconnaissance sensorielle », d'après Claparède. (1) Au centre O appartient la perception compliquée ou perception du deuxième degré : reconnaissance intellectuelle, identification secondaire. M. Claparède adopte la définition de Sully de la perception : la perception est le processus par lequel l'esprit complète une impression des sens par une escorte d'images.

M. Grasset nous dit à propos de son point O que ce centre « reçoit et unifie les impressions associées des divers centres polygonaux et la perception n'est complète que quand elle dépasse le polygone pour

(1) Etude de Claparède sur l'Agnosie (Année psychologique 1901. t. VI.

arriver ainsi jusqu'en O. « Mais M. Grasset nous fait bien clairement observer (et il est utile de le dire ici afin que la conception du point O ne prenne pas une importance philosophique que le clinicien n'a jamais eu l'intention de lui attribuer) (1) que la question philosophique de la nature des fonctions du psychisme supérieur localisé dans le centre O ne saurait être envisagée ici et nullement apparentée au problème métaphysique du libre arbitre. Une fois ces réserves faites afin de n'engager nullement la personnalité du clinicien et de ne point faire dévier sa pensée je laisse à chacun la liberté d'interpréter à sa guise le point central O du psychisme supérieur. Le dessin 2 pris à l'ouvrage de M. Frasset représente l'appareil de l'équilibration ou polygone inférieur de l'équilibration automatique qui diffère du polygone de l'automatisme supérieur que nous avons reproduit. Il existe une différence importante entre ces deux polygones. Celui de l'automatisme psychologique a son siège dans l'écorce cérébrale, alors que celui de l'équilibration que nous donnons ici a son siège plus bas, c'est-à-dire dans les parties du cerveau dénommées mésencéphale et rhombencéphale : le polygone de l'automatisme supérieur est situé dans le télencéphale. (2)

Le dessin 2 pour qu'il fût complet et résumât l'appareil de l'équilibration devrait comprendre entre 0 et les point A B C D E F le Schéma 1 de l'automatisme supérieur, O étant toujours le centre cortical des actes conscients et volontaires.

---

(1) Binet a écrit que le centre O de M. Grasset ressemble trop à la glande pinéale dans laquelle Descartes logeait l'âme.

(2) Selon M. Grasset Mésencephale = cerveau moyen. Rhombencéphale est formé par le cerveau postérieur ou métencéphale et par l'arrière cerveau ou myélencéphale. Télencéphale = cerveau antérieur.

Je ne saurais mieux expliquer que ne le fait M. Grasset lui-même le fonctionnement du polygone de l'équilibration : « Les impressions périphériques viennent en A B C et y constituent l'impression complète de l'orientation : à ce moment cette impression est inconsciente mais utilisable pour l'équilibre automatique. Si cette impression est transmise en O elle est alors perçue par le sujet, devient consciente et peut et fait actionner l'équilibre voulu. Les excitations centrifuges nécessaires à l'équilibre partent vers la périphérie des centres polygonaux D E F. Si l'impression première vient de O elle est volontaire. Si, au contraire, l'équilibre est automatique, les impressions ne dépassent pas le polygone : elles vont directement de A B C en D E F. L'orientation inconsciente et l'équilibre automatique restent des fonctions polygonales. Dans l'orientation consciente et l'équilibre volontaire le centre O intervient et fait partie active de l'arc nerveux utile. D'ailleurs, si les centres polygonaux de l'orientation A B C ne sont reliés que par des voies ascendantes ou centripètes, le même centre O est relié aux centres polygonaux de l'équilibre DEF par des voies dans les deux sens, ascendantes et descendantes, les centripètes et les centrifuges. Et ainsi, non seulement O peut envoyer des ordres à ces centres polygonaux d'équilibre, mais il est aussi renseigné sur cet équilibre, même quand cet équilibre n'est actionné que par le polygone. »

Citons, enfin, pour finir, ces lignes de Claparède au sujet du rôle physiologique du polygone de l'équilibration générale : « Les divers objets provoquent chez nous des réactions diverses, selon leur nature. Notre attitude est différente lorsque nous entrons dans une chambre selon que celle-ci est grande ou

petite, meublée, élégante ou non, lorsque nous parlons à une personne, selon qu'il s'agit d'un supérieur, d'un ami, d'un enfant, etc... Chez les enfants, on remarque bien ces diverses attitudes qui, lorsqu'on leur montre des images, par exemple, se modifient selon ce qu'elles représentent. Bastien Lepage cité par Arréat écrit à propos des Arabes : il semble que chacun d'eux, à tout moment, donne à son vêtement, par la façon de le drapper, la situation de sa pensée... L'attitude des personnes avec lesquelles nous avons affaire tend à se reproduire chez nous-mêmes, ainsi que leurs gestes, leur démarche... »

Ces phénomènes dépendraient de la fonction polygonale.

B. — LES PRINCIPALES MALADIES DE L'ORIENTATION ET DE L'ÉQUILIBRE

Monsieur Grasset divise en deux ordres les maladies dans lesquelles l'appareil d'équilibration est atteint. Nous adopterons cette division et dirons donc, avec lui, qu'il existe des maladies à lésions diffuses et celles à lésions systématisées : les premières sont les maladies dans lesquelles les lésions peuvent frapper diverses parties de cet appareil tout comme elles pourraient en certains cas se localiser ailleurs ; les secondes sont les maladies dans lesquelles les lésions sont spécialement localisées à cet appareil. D'où, maladies à lésions diffuses et maladies à lésions systématisées.

Les maladies à lésions diffuses sont : l'hémorrhagie, le ramollissement, les tumeurs, la sclérose en plaques, l'artério-sclérose des différentes régions de l'appareil d'équilibration et surtout du mésocéphale. Toutes

ces lésions atteignent l'appareil d'orientation et d'équilibre ; elles frappent aussi, dans les mêmes cas et chez des sujets variés, d'autres parties de leur système nerveux. Dans ces maladies doivent être comprises les névroses de l'appareil d'orientation et d'équilibre, (ce sont la paralysie agitante, la chorée, la catalepsie) et les névroses qui ne produisent que des troubles d'équilibre (ce sont l'épilepsie et l'hystérie)

Les malades à lésions systématisées sont :

1° Le *tabes* est localisé dans le protoneurone sensitif et principalement dans les racines et les cordons postérieurs. Le tabes se manifeste par des troubles sensitifs et sensoriels (douleurs fulgurantes, anesthésies, troubles oculaires et auditifs, abolition des réflexes rotuliens) et par l'incoordination, ataxie aggravée par le signe de Romberg. C'est une maladie de l'orientation.

2° — Le *tabes spasmodique* est la maladie de la portion spinale ou faisceau pyramidal. Dans le tabes spasmodique et le tabes ataxique les neurones malades ont leurs centres hors de la moelle et ils correspondent à la lésion des prolongements intramédullaires de ces neurones extramédullaires : cordons postérieurs pour le tabes ataxique, faisceau pyramidal pour le tabes spasmodique. Ce dernier se manifeste par des paralysies, des contractures, l'exagération des reflexes tendineux, la trépidation épileptoïde, la danse de la rotule, le signe des orteils.

3° La *maladie de Friedreich* ; le siège de la lésion est encore discuté, elle atteint les cordons postérieurs (comme le tabes) mais la lésion n'est pas exclusivement limitée à cette partie de la moelle. Où siège cette lésion ? Selon M. Grasset elle siègerait sur le premier et sur le second groupe des voies médullaires

d'orientation. Il s'agirait d'une lésion simultanée des neurones médullaires de la voie d'orientation entière : voie corticale directe et voie cérébelleuse ou indirecte. Les symptômes de la maladie sont l'abolition des reflexes rotuliens et l'incoordination motrice comme dans le tabes, et, en même temps de l'incoordination, on note des mouvements d'impulsion latérale et de déviation de l'axe de la marche. Il n'y a pas ou il y a peu de signe de Romberg.

4° *L'hérédoataxie cérébelleuse* (maladie systématisée du cervelet). C'est l'atrophie du cervelet aux dépens de la substance grise, sans sclérose de la face supérieure. On remarque dans cette maladie la démarche ébrieuse des cérébelleux sans Romberg et sans abolition des reflexes rotuliens.

5° *Atrophie olivo-ponto-cérébelleuse.* C'est l'atrophie de l'écorce du cervelet, des olives bulbaires et de la substance grise du pont, dégénérescence totale du pédoncule cérébelleux moyen et dégénérescence partielle du corps restiforme avec intégrité relative des noyaux gris centraux. On remarque le syndrôme cérébelleux commun des atrophies cérébelleuses, c'est-à-dire instabilité d'oscillations sans démarche ébrieuse, ni Romberg, ni troubles sensitifs ; pas d'abolition des reflexes rotuliens.

6° Signalons pour finir, l'*hémorrhagie intralabyrinthique* ou *maladie de Menière.* Syndrôme labyrinthique à début apoplectiforme.

Nous venons de citer les maladies qui produisent une altération de l'appareil d'équilibration, il nous reste à étudier les symptômes par lesquels se manifestent ces altérations.

Ces symptômes sont de deux sortes : symptômes subjectifs ou d'orientation et symptômes objectifs ou d'équilibre. Dans chacun de ces grands groupes,

l'orientation ou l'équilibre peuvent pécher par défaut, par excès ou par perversion.

Nous reproduisons le tableau qu'a dressé M. Grasset de ces symptômes.

C'est en suivant l'ordre de ce tableau que nous allons parler, autant que nous le permettront les limites de cet ouvrage, des principaux symptômes dans les maladies de l'orientation et de l'équilibre. Ces symptômes sont divisés, nous l'avons vu, en deux groupes : les subjectifs ou symptômes d'orientation, les objectifs ou symptômes d'équilibre. Nous allons d'abord voir par quoi les sensations d'orientation sont troublées.

Le premier type est caractérisé par l'abolition ou la diminution des sensations génératrices de l'orientation, c'est-à-dire abolition ou diminution des sensations kinesthésiques et des sensations sensorielles.

A — Sensations kinesthésiques
kinesthésies et hypokinesthésies

Il s'agit ici de l'étude des phénomènes se rapportant au sens musculaire et à la localisation des troubles que nous aurons constatés. Dans l'étude de ces phénomènes la question devra être considérée sous son double aspect, c'est-à-dire s'il s'agit de troubles produits dans le *repos musculaire* ou dans l'*activité musculaire*.

Mais, avant tout, possédons-nous la notion physiologique de la position de nos membres au repos ? Lamacq répond affirmativement, V. Henri dit au contraire : « Nous ne savons pas si à l'état d'immobilité correspondent certaines sensations spéciales ou bien s'il n'y a de sensation que pendant le mouvement. » Y a-t-il en effet un sens

Les Symptômes de l'Appareil nerveux d'Orientíon et d'Equilibre

1° Symptômes subjectis ou d'orientation	Les Sensations d'orientation sont troublées par	Diminution Anesthésies ou Hypesthésies	1° — Les anesthésies ou hypesthésies kinétiques et sensorielles. Kinanesthésies et hypokinesthésies, sensations d'orientation, au repos et dans les mouvements, sens musculaire et sens stéréognostique. sensation de fatigue-anesthésies. et hypesthésies sensorielles.	
		Exagération Hyperesthésies ou Hyperalgésies	2° — Les hyperesthésies et hyperalgésies kinétiques et sensorielles : Crampe, sensation de fatique, fatigue du tonus, akinésia algera.	
		Perversion	3° — Les paresthésies de l'orientation seule : Erreurs de localisation (allachœsthésies et allochiries), polyesthésies, synalgies, allochirie auditive et paracousies.	
		Paresthésies	4° — Les paresthésies de l'orientation et de l'équilibre : Vertiges.	
2° Symptômes objectifs ou d'équilibre	L'Equilibre est troublé par	Diminution Akinésie	Dans les mouvements. Abasies Les abasies par akinésie : abasies paralytiques, paralysies nocturnes ou par occlusion des yeux.	Au repos. Astasies 5 *bis*. Les astasies par akinésie : hypotonies partielles.
		Exagération Hyperkinésie	6° — Les abasies et les astasies par hyperkinésie : A. Entraînements, mouvements de rotation, giration, propulsion, procursivité ; déviation conjuguée de la tête, des yeux ; continuation automatique des actes. — B. Raideurs et hypertonie, états catoleptiformes et cataleptoïdes, syndrôme de Thomsen, claudication intermittente, contractures.	
		Perversion. Parakinésie. Les mouvements anormaux sont des Contractions irrégulières	7° — Les ataxies, parakinésies irrégulières dans les mouvements, abasies parakinétiques à contractions irrégulières. 8° — Les chorées, parakinésies irrégulières au repos, astasies parakinétiques à contractions irrégulières : ataxie du tonus, chorées et épilepsies symptomatiques. Myclonies.	
		Tremblements	9° — Les mouvements intentionnels, parakinésies régulières dans les mouvements, abasies parakinétiques à mouvements réguliers. 10° — Les mouvements du tonus. parakinésies régulières au repos, astasies parakinétiques à mouvements réguliers.	

du repos ? La nuit, dans l'immobilité absolue, il est difficile de savoir exactement quelle est la position des doigts de chaque main par exemple. Physiologiquement la question est difficile à résoudre, en Clinique elle est très nette. En effet M. Grasset nous dit « que nous avons bien la notion de position de notre corps et de nos membres, puisque certaines maladies détruisent cette notion et qu'alors il apparaît un tableau clinique absolument et clairement différent du tableau physiologiquement normal. » Nous possédons à l'état physiologique et au repos la notion de position de notre corps et de nos membres, mais nous n'en avons positivement connaissance que sous l'action de la maladie. M. Grasset raconte qu'à Lamalou plusieurs ataxiques se baignant dans une piscine virent tout à coup sortir de l'eau un pied, et se mirent à rire. Mais une inquiétude les prit aussitôt et chacun s'empressa d'aller avec la main à la recherche de ses extrémités afin de savoir à qui appartenait le pied qui était apparu. En effet, dans les cas graves de kinanesthésie, le malade perd ses membres dans son lit, parfois même ailleurs.

Un cas de sensation de résistance de poids sans soupèsement et allègement est l'expérience célèbre de Milon de Crotone. De ses doigts il immobilisait une orange en déployant une telle force que personne ne parvenait à ouvrir sa main et pourtant il n'écrasait pas l'orange. Milon mettait ses muscles dans un état de tension musculaire, sans déplacement : il s'agissait donc d'une contraction stérile. Autre curieuse expérience, plus récente celle-ci ; Lamacq a raconté qu'un de ses tabétiques accusait une diminution de poids chaque fois qu'on lui ajoutait 100 grammes aux 50 qu'il soulevait déjà. C'est une complète désorientation pour les sensations de poids et de résistance.

Pour les sensations de mouvements passifs nous devons nous demander tout d'abord, comme pour la notion de position, si nous possédons une sensation spéciale du mouvement passif ou si nous formulons un jugement basé sur la comparaison entre la position initiale et la position finale. Ecoutons à ce propos M. Grasset : « Il est incontestable que, quand le sujet ayant les yeux fermés, on déplace ses membres, lui restant passif, il a, à l'état normal, la sensation de ce déplacement : il constate le fait et en rend compte. Mais est-ce une sensation spéciale que lui donne ce mouvement passif, ou bien ayant (ccmme nous le savons) la sensation de la première position et la sensation de la seconde position, conclut-il simplement au déplacement par la comparaison des deux sensations de position ? »

M. Grasset semble se rallier à M. V. Henri qui considère que la sensation des mouvements passifs « existe bien comme une sensation à part, distincte de la notion de position ». Dans ce cas quell-s sont les parties organes moteurs où se produisent ces sensations de mouvements ? C'est aux articulations que serait dévolu le rôle le plus important et non aux muscles. La sensation des mouvements passifs n'aurait pas davantage une origine cutanée.

Nous allons parler à présent des mouvements actifs. Le mouvement actif est un mouvement voulu, ordonné par le sujet ; dans ce mouvement certains muscles sont en contraction, d'autres en relâchement. Dans le mouvement passif l'impulsion est située en dehors du sujet, et les muscles sont dans le relâchement. Dans le mouvement actif nous pouvons nous représenter le mouvement avant même de l'avoir exécuté et sans qu'il soit nécessaire de l'exécuter, c'est-à-dire que la réalisation de l'acte n'est pas indis-

pensable pour que nous ayons la sensation d'un mouvement actif déterminé. Chacun connaît l'illusion qu'éprouvent les amputés au sujet des mouvements et de la position des membres dont ils ont été privés, des « membres fantômes » pour employer la juste expression de M. Grasset. Ces illusions, nous dit-il, sont des hallucinations centrales produites par l'excitation nerveuse dans le moignon. Donc, conclut-il : « Ce que nous appelons sensation de mouvement actif n'est pas en somme une sensation de mouvement : ce n'est surtout pas une sensation de déplacement. C'est la sensation de la volition d'un mouvement actif ».

Disons quelques mots sur la sensation de fatigue, c'est-à-dire la sensibilité du muscle considéré comme organe de motilité.

Ne considérant ici, ainsi que notre tableau emprunté à Grasset l'indique, que les troubles par déficit, nous ne parlerons que de la *diminution ou abolition* de la sensation de fatigue.

Chez un hystérique étudié par Binet, le bras anesthésique est resté étendu horizontalement une heure vingt minutes avant de tomber. Pitres fait tourner le volant d'une machine électrique avec le bras sain d'une malade, puis avec le bras anesthésié. Après cinq minutes, la malade ne s'étant servie que du bras sain est exténuée, tandis que, avec le côté anesthésique, elle tourne le volant pendant dix minutes sans s'arrêter ; elle n'éprouve après aucune sensation de fatigue dans le membre supérieur. Frenkel a remarqué un tabétique qui pouvait tenir ses bras étendus horizontalement pendant 25 minutes sans éprouver aucune fatigue musculaire.

M. Grasset nous dit que la sensation de fatigue n'est pas toujours produite par la contraction muscu-

laire, c'est, selon lui, « une des impressions envoyées par l'appareil kinesthésique au centre O », et pour qu'il y ait sensation de fatigue c'est toujours en O que doit parvenir la sensation. Ces symptômes de la sensation de fatigue appartiennent donc bien à la séméiologie de l'orientation et de l'équilibre.

Nous arrivons à l'étude du sens stéréognostique. Ce sens n'est autre que celui du toucher actif : reconnaître, ayant les yeux fermés, au simple toucher, une montre d'une sphère, ou d'un triangle, ou d'un autre objet quelconque. Non seulement les facultés kinétiques mais aussi les facultés sensorielles participent à cette fonction. Cette faculté n'est pas native ; elle est « une application de diverses facultés natives » (Grasset) qui peut se développer par l'éducation. Le clinicien écrit à ce propos : « L'enfant n'a pas encore cette faculté de perception stéréognostique, du moins à un certain âge et avant une certaine éducation. Dès lors, quand une lésion frappera un enfant encore dans ces conditions, quand la maladie atteindra chez lui l'appareil d'orientation (c'est ce qui arrive notamment dans l'hémiplégie cérébrale enfantine), la main restera vierge de l'initiation stéréognostique ultérieure et le sujet en grandissant continuera à ne pas reconnaître les objets avec sa main paralysée ».

B. — Anesthésies et hypesthésies sensorielles.

Citons encore Grasset : « Nos divers sens étant des sources d'orientation, leurs troubles entraîneront des phénomènes divers de désorientation. D'après ce que nous avons dit en anatomo-physiologie, il est certain que les anesthésies et les hypesthésies tactiles, visuelles ou auditives troublent l'orientation et peuvent entraîner des symptômes de déséquilibre ».

Nous ne parlerons pas des troubles tactiles puisqu'il en a déjà été question. Quant aux troubles de désorientation produits par l'ouïe ou la vue, nous en avons assez parlé en traitant des vertiges et des expériences sur l'appareil oculo-moteur faites par de Cyon. Nous ne nous attarderons pas davantage sur ces troubles et passerons au numéro 2 du tableau de Grasset, c'est-à-dire aux

Hyperesthésies kinétiques et sensorielles.

La *crampe* est un type d'hyperesthésie douloureuse des sensations kinesthésiques, c'est une contracture douloureuse. Toute contracture n'est pas nécessairement douloureuse, la crampe est donc caractérisée par de la contracture d'une part et de l'hyperesthésie douloureuse de l'autre. *L'augmentation de la sensation de fatigue* est le symptôme inverse de celui que nous avons cité tout à l'heure en indiquant que les tabétiques et les cérébraux en étaient le plus spécialement atteints, et, chose curieuse, c'est également chez les tabétiques et parfois chez certains cérébraux que nous constatons l'augmentation de la sensation de fatigue et la lassitude plus rapide qu'à l'état normal. C'est une maladie de l'appareil d'orientation. Il s'agit là, ainsi que la définit fort bien M. Grasset, d'une « exagération de fatigue au repos ». « Quand le sujet est assis, dans le repos le plus complet, bien calé sur un fauteuil, il éprouve le besoin de changer de place, de modifier sa position. Ce besoin va le plus souvent en croissant et, si on ne le satisfait pas, il devient rapidement impérieux. Le malade ne peut plus rester en place, garder la même position ; et, comme souvent il est trop impotent pour satisfaire lui-même et tout seul ce besoin de sa kinesthésie,

statique, il faut qu'une personne soit là, à tous moments, pour le soutenir, lui étirer les bras, le faire rasseoir ensuite, étendre une jambe, puis la replier... et cela avec une fréquence croissante ». L'akinésia algéra, ainsi baptisée par Mobius en 1891, est un état caractérisé par des douleurs qui prennent naissance et s'exaspèrent par les mouvements au point de rendre tout mouvement impossible. Ces mouvements sont très douloureux : les malades en ont une terreur telle qu'ils évitent tout ce qui pourrait entraîner un mouvement quelconque. Mobius appelle *apraxia algéra* dérivée de l'akinésia, l'impossibilité de lire, écrire, penser, parler, causée par les douleurs dans la tête durant la vision attentive et suivie des pages d'un livre. C'est chez les déséquilibrés, les névropathes que ces symptômes de nature hystérique sont surtout constatés.

Paresthésies de l'Orientation seule.

Ce sont : L'*allachaesthésie* qui consiste dans les erreurs commises par certains malades dans la localisation des sensations : par exemple, une piqûre faite à la cuisse sera ressentie au mollet. Ce sont surtout chez les malades atteints de tabes que ces symptômes sont le plus souvent constatés. Une hémiplégique étudiée par M. Grasset donna les résultats suivants : ayant les yeux fermés, le clinicien lui demande de lui désigner les points où elle a été piquée. Pour les piqûres faites sur le côté droit du corps elle répond exactement, mais s'il s'agit du côté gauche elle commet de graves erreurs. Ainsi, lorsqu'elle est piquée au doigt ou à la main elle prétend que la piqûre a été faite au bras.

L'*Allochirie* : il s'agit de l'impossibilité dans laquelle

se trouve le sujet de savoir si un objet qui le touche est situé à droite ou à gauche, ou l'attribution à gauche d'un objet qui le touche à droite et réciproquement. Obersteiner attribue ce symptôme à la lésion des cordons postérieurs et de la substance grise postérieure. Le professeur Mairet a montré qu'il se manifeste chez les sujets atteints de maladies cérébrales et chez les hystériques

Les *Polyesthésies* : le sujet oriente en plusieurs endroits différents du corps une pipûre unique.

Les *Synalgies* : une excitation douloureuse en un point est accompagnée d'une sensation douloureuse en un autre point. M. Grasset le dit fort bien : c'est une désorientation douloureuse.

L'*Allochirie auditive* : le malade entend à droite ce qui se passe à gauche ; quand il y a bilatéralité, ce qui se passe à droite est entendu réciproquement à gauche.

Telles sont les principales paresthésies de l'orientation seule. En suivant le tableau, nous arrivons aux paresthésies de l'orientation et de l'équilibre, c'est-à-dire aux

Vertiges. Nous avons déjà étudié la question dans le premier chapitre de cette deuxième partie ; il serait superflu d'en parler à nouveau bien que tout ce qui concerne la sensation vertigineuse n'ait pu être exposé (il s'agissait alors d'établir uniquement les fonctions du labyrinthe de l'oreille). Nous n'ajouterons ici que quelques remarques au sujet de O et de ses fonctions ainsi que des centres polygonaux lorsque le vertige a lieu.

Deux sont les éléments qui contribuent à donner le vertige : la sensation de désorientation et la sensation de déséquilibre. Or quand nous nous sentons pris de vertige nous luttons contre cette sensation et

nous faisons, dans cette réaction volontaire, intervenir O. C'est donc une perception de O qui a conscience de l'état anormal des centres d'orientation et de ceux de l'équilibre, et c'est précisément cette double impression polygonale qui, atteignant O, cause le vertige. On ne peut mieux définir le vertige que ne le fait M. Grasset : « C'est un phénomène subjectif psychique, constitué par la transmission au centre O d'une double sensation polygonale, sensation fausse venant de l'appareil d'orientation ABC et sensation de l'insuffisance du polygone à assurer l'équilibre en DEF. Le vertige est donc à la fois signe d'une excitation anormale des centres d'orientation et d'une insuffisance anormale du polygone à assurer l'équilibre ».

Abasies par akinésie.

MM. Charcot et Blocq ont défini de la sorte un état spécial dit *astasie-abasie* : « Etat morbide dans lequel l'impossibilité de la station verticale et de la marche normale contraste avec l'intégrité de la sensibilité, de la force musculaire et de la coordination des autres mouvements des membres inférieurs. » Il s'agit donc d'un trouble d'équilibre : si ce trouble se vérifie dans la marche, on le nomme abasie ; s'il s'effectue dans la station debout, on l'appelle astasie. M. Grasset nous parle d'une de ses malades chez laquelle (une hystérique) il avait constaté les deux troubles : « Elle ne peut pas se tenir debout, immobile : elle est obligée de marcher pour conserver son équilibre. Si elle s'arrête, les jambes tremblent ; puis le tremblement se généralise. Elle est angoissée, se couvre de sueur. Son estomac lui meurt, dit-elle. Elle s'affaisserait si elle ne s'accrochait à quelque chose, ne s'asseyait

ou ne se remettait à marcher. Dès qu'elle marche, ces phénomènes cessent. C'est le véritable équilibre du vélocipède. Un peu plus tard le symptôme s'est compliqué et est devenu de l'astasie-abasie. »

Le clinicien a classé les troubles de cette espèce en 1° astasie-abasie déterminée par de la faiblesse, c'est-à-dire astasie-abasie paralytique, 2° astasie-abasie déterminée par de l'incoordination, c'est-à-dire astasie-abasie choréique et ataxique, 3° astasie-abasie déterminée par des mouvements cadencés : astasie-abasie trépidante, trémulante.

Tous ces malades sont des sujets à polygone d'équilibration faible. Au premier groupe, c'est-à-dire à l'astasie-abasie paralytique peuvent se rapporter toutes les paralysies. Celles-ci sont dues, en général, à la lésion de l'appareil pyramidal, et nous avons vu que cet appareil fait partie de l'appareil d'équilibration. Il y a aussi les paralysies nocturnes ou par occlusion des yeux. Duchenne (De l'électrisation localisée) cite un malade qui était paralysé la nuit du membre supérieur droit. Le jour, il ne se servait pas de son bras droit. Si on lui en demandait la raison, il regardait alors son bras, et s'en servait aussitôt avec facilité comme s'il se fût agi de son membre supérieur gauche. Voici une malade, encore citée par Duchenne, qui ne pouvait se relever de sa chaise quand la nuit la surprenait et ne pouvait se servir de ses membres qu'à la condition de les regarder et de les voir.

Astasie par akinésie.

Les troubles abasiques dont nous venons de parler très sommairement et dont nous avons cité quelques cas portaient sur la contraction musculaire en acti-

vité, ceux dont nous allons nous occuper tout aussi brièvement sont les *astasiques* qui portent sur l'état des muscles au repos, c'est-à-dire sur le *tonus*.

Le véritable trouble akinétique qui est cause de l'astasie est *l'hypotonie*. Car on sait quelle est l'importance du tonus dans le maintien de l'équilibre et il en va de soi que l'hypotonie de certains muscles doit produire des troubles d'équilibre au repos, entraînant l'astasie. On a constaté dans bon nombre d'ataxiques tabétiques la diminution ou la disparition du tonus dans certains muscles. MM. Frenkel et Maurice Faure ont montré à la Salpêtrière des tabétiques qui pouvaient présenter « sans effort et sans fatigue les attitudes ou bien irréalisables ou bien rares et difficiles chez un individu normal (1) ». Ce sont, par exemple ; le grand écart, la flexion complète de la cuisse sur le bassin, la jambe étant en complète extension. Un sujet normal ne dépasse guère 65 à 75 degrés, le tabétique atteint, lui, la verticale : il va parfois même jusqu'à 150 degrés.

Abasies et astasies par hyperkinésie.

L'hyperkinésie peut produire des troubles qui sont classés en deux groupes différents : dans le premier groupe seront compris les troubles qui engendrent un déplacement, dans le deuxième groupe nous classerons les troubles qui n'entraînent aucun déplacement important et ne produisent que des phénomènes de raideur.

Groupe A. — Hyperkinésie produisant déséquilibre, entraînement, rotation, giration, etc.

Ces troubles proviennent de l'altération de diffé-

(1) Cité par Grasset.

rents points du système nerveux qui appartiennent tous à l'appareil de l'équilibre et de l'orientation. On se souvient de ce que nous avons dit en effet dans le Premier chapitre de cette deuxième Partie au sujet des troubles constatés chez les animaux dont le cervelet ou les pédoncules cérébelleux avaient subi des lésions. L'incision d'un pédoncule cérébelleux moyen pratiquée à un chien fait tourner cet animal comme une boule autour de son axe longitudinal. C'est le mouvement dit de roulement. Nous avons à citer aussi les mouvements de manège, en rayon de roue (quand l'animal tourne au tour de son train postérieur servant d'axe, la tête étant toujours à la circonférence), les culbutes. Tous ces mouvements sont dus à des lésions de diverses parties de l'appareil d'équilibration.

L'Hyperkinésie polygonale paroxystique produit l'automatisme ambulatoire, avec perte de la mémoire qui peut durer des semaines durant lesquelles le sujet fait des mouvements très compliqués, se réveille parfois à plusieurs kilomètres de son point de départ (de Paris à Brest chez un malade, étudié par Charcot).

Groupe B. — Ce groupe comprend les troubles qui ne produisent aucun déplacement mais une raideur des membres : cette raideur est ce qui constitue l'hypertonie. Elle peut se produire sous trois formes, soit : *la raideur de la paralysie agitante, la raideur cataleptique, la contracture.* Dans chacune de ces trois formes il y a déséquilibration.

a) Dans la *paralysie agitante* la raideur est toute spéciale. La tête chez ces malades étudiés par Parkinson est fortement inclinée en avant et fixée dans cette posture ; le malade ne peut bouger la tête et se tourne tout d'une pièce. Le masque, à cause de l'im-

mobilité des traits, acquiert une expression d'hébétude, de tristesse. La rigidité de la partie inférieure de la face empêche le malade de sourire. Le tronc est également plié en avant, la tête touchant les genoux.

b) Dans la *catalepsie* c'est l'hypotonie qui fait que le sujet est immobilisé dans toutes les positions qu'on lui donne et qu'il garde, quelque pénibles et extravagantes qu'elles puissent être. Lorsque la crise survient au moment où le malade fait un geste ou prend une position quelconque, il y a aussitôt immobilité. M. Grasset cite les curieux cas suivants : le bras étendu vers un plat, chez la petite fille de Tissot qui voit prendre par sa sœur un morceau ardemment convoité par elle-même ; le bras en l'air, une bouteille à la main, chez le militaire d'Henry François qui veut frapper son camarade ; le poing tendu vers l'insulteur, comme le magistrat de Fehr, injurié pendant son réquisitoire; montant une échelle ou jouant aux cartes (Frank) ; saluant son médecin (Baerhave). On peut alors tirer sur les muscles comme s'ils étaient en cire molle et donner aux membres la posture que l'on veut. Il s'agit là, nous dit M. Grasset, d'une véritable névrose de l'appareil d'orientation et d'équilibre. Le polygone est séparé de son centre O : il y a « désagrégation mentale » suspolygonale non seulement, mais aussi inertie du polygone supérieur : le malade n'a aucune activité psychique personnelle durant la crise.

Dans ce groupe doivent être comprises les attitudes cataleptoïdes ou les catalepsies observées dans certaines infections ou intoxications à localisation encéphalique (urémie, mal de Bright, pneumococcie, etc).

Nous devons citer également, avant de passer aux

contractures, la *maladie de Thomsen* qui porte le nom du savant qui l'étudia et qui en était atteint lui-même : c'est un spasme musculaire se produisant au début des mouvements volontaires. « Quand le sujet, atteint de cette affection, commence un mouvement, pour monter un escalier par exemple, fermer la main, monter à cheval..., il voit survenir dans ses muscles une sorte de rigidité tétanique, une contraction permanente, une hyperkinésie qui dure quelques secondes, (5 à 30), les muscles étant alors durs au toucher. » Quand « les membres se sont échauffés,» la rigidité disparaît,le mouvement se fait alors normalement.

La *claudication intermittente* peut être considérée comme étant l'inverse de la maladie de Thomsen, c'est-à-dire qu'au début, l'acte musculaire est normal, puis après un certain temps (2 à 15 ou 20 minutes), une douleur se fait sentir dans la jambe avec engourdissement, fourmillement aux extrémités, sensation de froid ou de brûlure. La douleur augmente, devient intolérable. Le malade rallentit sa marche, traîne la jambe. Enfin le voilà obligé de s'asseoir. Les muscles sont durs, saillants. Après quelques minutes de repos, les troubles disparaissent et le malade peut reprendre sa marche normale.

La *Contracture*. Il y a contracture quand le malade marche les jambes raides. Cette raideur se généralise, le sujet avance alors en sautillant (degré moindre), comme sur des échasses (degré plus accentué). Les jambes sont collées l'une à l'autre. C'est la démarche des gallinacés.

Quand la contracture est plus intense, le malade ne peut plus marcher : pivotant sur ses béquilles, « il projette ses membres inférieurs en bloc, comme le

battant d'une cloche : c'est la démarche pendulaire. » (Grasset).

Quel est le siège probable de la lésion produisant contracture ? La question est loin d'être résolue, mais, d'après Charcot, la contracture serait fonction du faisceau pyramidal médullaire ; non du faisceau pyramidal en entier, nous fait observer M. Grasset, mais de la seule portion spinale du faisceau pyramidal.

Avec les contractures prend fin l'étude des déséquilibrations par akinésie et des déséquilibrations par hyperkinésie. Il nous faut étudier encore, en suivant l'ordre du tableau général, les symptômes de déséquilibration par parakinésie, c'est-à-dire les *ataxies*, les *chorées*, les *tremblements intentionnels*, les *tremblements du tonus*.

Les Ataxies.

Il y a ataxie, on le sait, quand aux mouvements volontaires viennent se superposer des mouvements anormaux irréguliers.

La grande névrose peut suffire à produire des troubles ataxiques, mais ceux-ci sont motivés surtout par des lésions organiques. Ces lésions peuvent siéger à tous les étages de l'appareil d'orientation et d'équilibre. M. Grasset les a étudiées dans les huit régions suivantes :

a) Organes périphériques (nerfs et racines postérieures), *b*) moelle (cordons postérieurs), *c*) moelle (faisceau cérébelleux ascendant), *d*) cervelet, *e*) labyrynthe, *f*) pont, *g*) région capsulaire optostriée, *h*), écorce cérébrale.

La lésion des cordons postérieurs de la moelle est la lésion classique de l'ataxie : c'est elle qui produit

le tabes : « le malade jette ses jambes à droite et à gauche, les lève trop haut, les appuie fortement et trop brusquement du talon sur le sol... tout cela s'accentue souvent terriblement, quand il ferme les yeux : il s'arrête angoissé ou le plus souvent titube encore plus et tombe s'il n'est retenu » (Grasset).

Pour les lésions du cervelet, nous nous souviendrons des expériences de Flourens sur les pigeons opérés et de tous les troubles qu'il avait étudiés et qui lui avaient permis de conclure que le cervelet est l'organe coordinateur des mouvements volontaires. Nous savons aussi quels troubles les lésions labyrinthiques produisent à la démarche normale et à l'équilibre général. Elles produisent l'ataxie dite labyrinthique. Les lésions de la région capsulaire optostriée produisent des troubles assez particuliers. M. Grasset a étudié un cas curieux.

Dès que le sujet voulait prendre avec ses doigts un objet quelconque un crayon, par exemple, les doigts, au lieu de s'appliquer sur le crayon, étaient pris de mouvements désordonnés qui allaient jusqu'à faire projeter le crayon au loin. C'est de l'ataxie par lésion capsulostriée.

Les Chorées.

Il s'agit à présent de troubles de déséquilibre qui se manifestent au repos. On les divise en deux groupes : chorées dues aux névroses, chorées dues à des lésions organiques.

Premier Groupe. — Chorée de Sydenham qui l'a décrite le premier : « Le bras étant appliqué sur la poitrine ou ailleurs, le malade ne saurait le maintenir un moment dans la même situation et, quelque effort qu'il fasse, la distorsion convulsive de cette partie

lui fait continuellement changer de place... » (Sydenham). Nous avons, en outre, l'athétore de Hammond : mouvements incessants des doigts et impossibilité de maintenir ces parties dans une position quelle qu'elle soit ; les myoclonies (mouvements brusques et incoordonnés), les différents tics, etc.

Deuxième Groupe. — Parfois, le tabétique présente aussi des mouvements involontaires, au repos, dans les membres inférieurs. La marche calme et arrète souvent les mouvements. C'est de l'ataxie du tonus.

La lésion organique cérébrale produit les chorées hémiplégiques, prae ou posthémiplégiques « mouvements anormaux, spontanés et involontaires qui se développent parfois un peu avant l'arrivée de l'hémiplégie, le plus souvent un temps variable après cette hémiplégie. » (Grasset). On n'est pas d'accord sur le siège des lésions dans les chorées cérébrales, mais des diverses opinions, on peut affirmer que la lésion est située ou dans la moelle ou dans l'encéphale. De toutes façons, elle intéresse profondément l'appareil d'orientation et d'équilibre.

Les épilepties symptomatiques sont des convulsions épileptiformes, liées à une lésion qui est presque toujours corticale. La plus importante est l'*épilepsie* dite *jacksonnienne*, parce que étudiée par Hughlings Jackson.

Tremblements.

Les tremblements ont été divisés en deux groupes, selon qu'ils se produisent dans les mouvements ou au repos.

a) Tremblements dans les mouvements ou tremblements intentionnels. C'est la *sclérose en plaques* décrite

par Charcot. Le tremblement prend naissance au moment de l'acte, et atteint une très grande amplitude (jusqu'à 30 et 40 centimètres) (Déjérine). Il s'agit d'un tremblement passif, c'est-à-dire, selon Pierre Marie « qu'un membre tout entier, le tronc, la tête, soit conjointement, soit séparément, se trouve emporté par ses oscillations. C'est donc tout le contraire de ce qui se passe pour la plupart des autres tremblements que l'on pourrait qualifier de segmentaires parce qu'ils n'affectent guère qu'une très petite partie d'un membre (la main, les doigts). De plus, le tremblement de la sclérose en plaques est surtout un tremblement partant de la racine du membre, tandis que la plupart des autres tremblements en affectait de préférence la périphérie ».

b) *Tremblements au repos ou tremblements du tonus.* — C'est la paralysie agitante. M. Grasset nous dit à propos de cette névrose qui est, en premier chef, une maladie de l'équilibration : « Ce tremblement au repos (qui) s'arrête dans les mouvements volontaires, au moins dans les phases du début de la maladie ; à la main, ce tremblement prend des formes variées, qui simulent des mouvements volontaires, indéfiniment répétés : le sujet roule des pilules, file de la laine, roule un crayon, émiette du pain ». La paralysie agitante, toujours d'après M. Grasset, est une névrose par déficit de la force de situation fixe. La force de situation fixe est la force que nous avons de nous immobiliser, volontairement et consciemment, par O. Le siège de la lésion de la paralysie agitante est encore inconnu : elle est peut-être produite par la lésion des neurones automatiques, c'est-à-dire des neurones protobulbaires et cérébelleux. C'est de toutes façons, une maladie de l'équilibration.

Avec les tremblements au repos ou tremblements

du tonus prend fin l'exposé que nous venons de faire des principales maladies de l'Orientation et de l'Equilibre d'après le plan élaboré par M. Grasset dans son ouvrage sur ces maladies. Avec cet exposé se termine donc le troisième chapitre de cette partie physiologique du Problème de l'Espace : Erreurs dans les perceptions des directions et Maladies de l'Orientation et de l'Equilibre.

Nous allons abandonner la Physiologie pour parcourir la courbe que je me suis tracée en abordant le Problème de l'Espace et que j'ai dessinée au début de ce travail. Avec les connaissances et les certitudes que nous aurons acquises en considérant le problème spatial sous son double aspect géométrique et physiologique, avec la liberté d'esprit que doit nécessairement octroyer l'acquisition de principes fortement établis, de vérités assises sur des bases certaines, nous pourrons enfin cesser de poser nos regards sur un passé scientifique plus ou moins distant, et, nous élevant au-dessus du point présent de notre ligne, nous regarderons au loin, avec l'espoir de faire à notre tour ce que d'autres ont fait avant nous, c'est-à-dire avec l'espoir de prononcer une parole nouvelle déchiffrée sur l'horizon si vaste de notre intuition, afin d'apporter à la Science de la Pensée une plus intense Lumière et aussi, peut-être, une Vérité neuve.

TROISIÈME PARTIE

LA SCIENCE INTERSPATIALE

Pour une seule et pour tous.

INTRODUCTION

J'ai raconté dans la préface de cet ouvrage ce qui m'avait amené, au printemps de 1911, à faire la connaissance d'Elie de Cyon. En effet, après avoir approfondi l'étude des géométries non euclidiennes et particulièrement celles de Lobatchewsky et de Riemann, j'en étais arrivé à cette conclusion que le Problème de l'Espace se réduit pour nous à une question d'organes. J'ai dit en quels termes j'avais exprimé, lors de ma deuxième visite à de Cyon, mon hypothèse d'un organe servant à nos perceptions venues d'une quatrième direction de l'Espace, et j'ai rapporté textuellement la réponse du savant. Je reconnais qu'elle n'était pas engageante, mais certaines pensées sont parfois si fortement enracinées en nous qu'aucune parole ne saurait les détacher, et même les doutes qui nous assaillent et les crises de découra-

gement que nous avons à subir, ne pourraient arracher ce germe vivace qui semble porter dans sa ténacité toute la puissance de sa certitude. Or, ma conclusion, née de l'étude des Géométries nouvelles, avait trouvé sa certitude et sa preuve physiologique dans les travaux que de Cyon avait exposés dans « l'Oreille, organe d'orientation dans le Temps et dans l'Espace ».

Ainsi, me disais-je, si les êtres doués d'une seule paire de canaux semi-circulaires ne perçoivent que deux directions de l'Espace, si les êtres doués de trois paires de canaux semi-circulaires ne perçoivent que trois directions de l'Espace, un être qui possèderait la perception de ce qui vient de la quatrième direction de l'Espace devrait nécessairement posséder une quatrième paire de canaux semi-circulaires *ou tout autre organe* lui permettant de percevoir cette quatrième direction spatiale.

Cette hypothèse me semblait logique ne pouvant admettre en effet que l'Espace ne fût qu'à trois seules dimensions mais à un nombre très grand de dimensions que nous appellerons n ; il s'en suivra que l'Espace doit être constitué de n espaces, et, par conséquent les êtres, selon les organes dont ils sont doués, possèdent 1, 2, 3, 4..... n-1 espaces jusqu'à Dieu qui doit posséder n espaces, c'est-à-dire l'Espace tout entier.

Or, nous savons à présent, par l'exposé de la théorie physiologique du sens de l'Espace, que chaque canal semi-circulaire nous apporte les sensations correspondant à chaque direction de l'Espace dont ce canal occupe une des trois directions. (La lamproie, par exemple, qui, nous l'avons vu, n'a pas de canal vertical, ne possède pas la perception de la direction verticale). Ainsi donc, un être qui aurait la percep-

tion de la quatrième direction spatiale devrait avoir *un canal semi-circulaire ou tout autre organe approprié qui occuperait nécessairement la quatrième direction de l'Espace.* Mais comment un tel organe serait-il visible puisque le quatrième espace ne l'est pas ?

Dans la première partie de cet ouvrage, et précisément dans le chapitre intitulé « L'Espace » j'ai démontré que le quatrième espace ne peut être situé qu'à l'intérieur des corps, là où notre regard ne peut pénétrer, et je l'ai démontré, j'en ai le ferme espoir, d'une façon géométrique et certaine. Notre regard ne peut en effet pénétrer dans l'intérieur des corps car nous ne voyons que des surfaces. Il s'agit là de l'organe de la vue physique pour une fonction physique, mais s'il n'est plus question de *voir* une chose physique mais de pénétrer *à l'intérieur* d'une chose non physique ou d'un *état*, il nous sera permis de penser qu'une telle fonction non physique — appelons-la, si nous voulons, en attendant de trouver mieux, psychique — devra être nécessairement accomplie par un organe non physique. Donc, pour toute fonction physique un organe physique, pour toute fonction non physique ou psychique un organe non physique ou psychique. Un être en effet qui lit à distance la pensée d'un autre être ne se sert-il, pour cette lecture, d'un organe physique attendu que pour pénétrer cette *chose* non physique (appelons-la *état*) son regard *spécial* emprunte une voie que nous ne connaissons pas ?

Le domaine du quatrième espace ne peut être que le domaine de la pensée. Je crois fermement qu'avec le troisième Espace se termine le domaine de la matière et commence celui de l'éther. Cette planète à trois dimensions appartient à un point de croisement sur l'échelle de la création. D'ici partent les plans

des espaces supérieurs et se dégagent les premiers esprits ; au-dessous résident les plans sombres où la Vie est emprisonnée, pétrifiée dans les blocs de la matière, et les esprits qui s'y trouvent incarnés souffrent de cette pétrification, de cette inertie spirituelle. Peu à peu, toutefois, la cohésion se relâche, la Vie se fait jour, les premières cellules prennent naissance et les organismes se construisent : la Vie passe du règne minéral au règne végétal puis au règne animal, et parmi les *êtres* vivants apparaissent les vertébrés et avec eux, au bas de l'échelle, les animaux qui, comme les myxinoïdes et les souris dansantes japonaises, ne peuvent s'orienter que dans une seule direction ; puis, un peu plus haut sur la gamme spirituelle, ceux qui sont doués d'un deuxième espace, comme le Petromyzon fluviatilis, et enfin les autres vertébrés doués des trois dimensions, pour aboutir à l'homme « Homo sapiens ». Mais n'oublions pas que chaque catégorie d'êtres possède son espace et *une partie infinitésimale de l'Espace supérieur*. En effet, une ligne droite — nous l'avons vu dans la première partie de cet ouvrage — qui équivaut à un espace n'ayant qu'une dimension, la longueur, ne peut être tracée sans occuper une deuxième dimension car elle aura toujours une infinitésimale largeur. L'être-plan doué des directions sagittale et verticale devra nécessairement posséder une infinitésimale direction horizontale comme s'il se trouvait pris entre deux lignes parallèles sans avoir néanmoins la notion des côtés droit et gauche. Il en résulte que cet espace infinitésimal *existe*, aussi bien chez l'être à une seule dimension que chez celui à deux dimensions, *à l'état de possibilité*, et c'est précisément dans le sens de cette possibilité que se fera l'amplification de leur espace. Il en est de même chez l'homme : nous possédons en

nous, à l'état de possibilité, la dimension avec laquelle nous confinons, tout comme l'être n'ayant que la direction postero-antérieure confine avec la hauteur et la largeur, comme l'être-plan confine avec l'horizontale sur laquelle il empiète déjà. La dimension sur laquelle nous empiétons est la quatrième, c'est-à-dire le quatrième espace dont nous possédons une première et embryonnaire idée.

C'est dans cette direction spatiale que *doit* et que *va* se faire notre évolution ; ce sera par le développement et la concentration de nos facultés mentales que nous parviendrons à l'élargissement de notre champ spirituel, c'est-à-dire en développant l'organe invisible de la vue interspatiale qui nous conduira, nous et notre race terrestre, à la possession du domaine de la pensée supérieure.

CHAPITRE PREMIER

DE LA PENSÉE ET DE LA VOLONTÉ

> « Passe des choses sensibles à la contemplation des choses intelligibles ; porte tes regards vers la grande et immatérielle beauté des êtres célestes. »
>
> ETIENNE D'ALEXANDRIE.

Il faut s'adonner à l'exercice de la pensée. Toute pensée est un germe, et nous ne savons pas de quoi un germe peut être le commencement. De chaque être naissent des pensées d'une valeur morale répondant à l'état de celui en qui elles ont germé, en vertu de la loi des densités spirituelles ; il s'ensuit que nous valons ce que valent nos pensées. Mais une sélection de ces pensées est nécessaire. Notre jugement ou notre intuition nous fera rejeter celles que nous considérerons d'un ordre inférieur : il faudra alors garder et cultiver les plus nobles, les plus hautes, les plus fortes, les plus susceptibles d'accroître notre personnalité morale et les mieux faites pour hâter notre marche ascensionnelle vers le but terminal de notre évolution. Mais, sélectionner les pensées les plus nobles, les plus hautes, les plus fortes, les plus susceptibles d'accroître notre personnalité morale n'est pas

suffisant ; il faut leur donner le développement auquel elles ont droit, et ce développement ne s'acquiert que par l'exercice de la volonté. C'est la volonté qui possède le plus d'efficacité sur la pensée, et plus les pensées seront nobles, hautes, fortes, susceptibles d'accroître notre personnalité, et plus il faudra agir sur elles avec l'intensité et la persévérance dont notre volonté sera capable. La volonté qui aura ainsi agi avec intensité et persévérance sur les pensées que nous aurons jugées dignes d'habiter en nous et de faire partie de notre *Moi* le plus haut et de la façon la plus intimement unie à notre âme, créera en nous un état qui aura rejoint son maximum de développement tout comme les pensées en rejoignant leur maximum d'intensité auront créé cet état qui lui est supérieur et auquel il se soude. Dans ce nouvel état, d'autres pensées viendront à nous. A vrai dire ces pensées ne seront pas toutes nouvelles : les anciennes pensées nous auront accompagné durant ce passage d'un état à un autre état — passage dont nous n'aurons pas eu nécessairement conscience, — d'autres seront nées de ces pensées, d'autres encore seront venues peut-être aussi d'une troisième source. La nouvelle sélection bientôt s'imposera et c'est ainsi qu'en sélectionnant et en développant les pensées les plus hautes, les plus nobles, les plus fortes, les plus susceptibles d'accroître notre personnalité morale par l'exercice de notre volonté sans cesse agissante, c'est ainsi que se produira un mouvement ascendant et parallèle de nos pensées et de notre âme, d'où il résulte que nous valons vraiment ce que valent nos pensées.

Or, considérons un être qui soit parvenu, après une régulière sélection, à un état où seules les pensées se rapportant aux plans extra-terrestres travaillent dans

son esprit : cela nous prouvera d'abord que cet être s'est dégagé des pensées occupant les états inférieurs qui se rapportent aux choses de notre espace et, ensuite, qu'il a atteint cet état qui confine avec celui le plus voisin du plan supérieur, autrement dit, il occupera le dernier état de notre troisième espace, puisque toutes ses pensées auront trait à l'espace situé au-dessus du nôtre et qui est le quatrième ; si ces pensées sont toutes du quatrième espace il en va de soi que, d'après ce qui vient d'être dit, l'état correspondant à cet être sera le premier état du quatrième espace. Il se trouvera donc que l'être que nous avons ainsi considéré aura franchi peu à peu toutes les étapes du troisième espace et sera parvenu par le moyen de la sélection et du développement de ses pensées et grâce à sa volonté intense et persévérante qui se sera elle aussi développée au cours de l'exercice de la pensée, cet être, dis-je, sera parvenu à créer en lui un état appartenant au quatrième espace ; il sera plongé dans une atmosphère de pensées de l'ordre du quatrième espace et il suffira pour lui de fixer une de ces pensées pour occuper de ce fait un point quelconque du plan supérieur au nôtre. Est-ce à dire que cet être ne résidera que dans ce nouveau point de l'Espace spirituel et qu'il aura nécessairement perdu le contact avec le plan terrestre et avec tout ce qui s'y passe ? Il ne saurait en être ainsi et il ne faut pas qu'il en soit ainsi. Tout être terrestre a un devoir terrestre à accomplir et nul n'est autorisé à déserter son plan ; mais les pensées les plus hautes, les plus nobles, les plus fortes, les plus susceptibles d'accroître notre personnalité morale sont renfermées dans un tabernacle dont il a seul la clef et dont il est l'unique gardien. L'être qui aura rejoint ce degré invisible sur l'échelle de l'Espace saura que dans l'heure angois-

sante où les choses de ce plan matériel se feront le plus durement sentir, il peut de sa volonté agissant comme un levier magique ouvrir le tabernacle secret et se trouver inondé des rayons vivifiants de son trésor caché.

Mais tout état spirituel est aussi un état mental et l'état mental a une action directe sur l'état physique. Cette action sera lente comme toute action de l'esprit, elle n'en sera que plus certaine, car il n'y a pas d'action que l'esprit par l'intermédiaire du mental ne puisse accomplir sur le plan physique. Mais ce n'est pas en nous seul que notre esprit actif et vigilant possède une action certaine : il agit sur ceux qui nous entourent, ceux qui nous aiment et que nous aimons, sur ceux-là à qui nous avons adressé une seule fois la parole, même sur ceux qui n'ont jamais entendu le son de notre voix mais dont le regard, un jour, a croisé le nôtre sur le chemin de la vie. Et ce n'est pas tout. L'action de notre esprit vigilant et fort ne se borne pas au présent, il agit aussi sur l'avenir, sur ceux qui doivent naître de notre chair terrestre. De même que la Loi des affinités existe ici-bas et que les êtres se placent naturellement et instinctivement auprès de ceux qui possèdent la même densité spirituelle que la leur — ce qui revient à dire qu'ils occupent le même degré invisible sur l'échelle de l'Espace, — de même notre esprit appelle vers lui, sur quelque plan qu'il se trouve, l'esprit qui doit naître de notre chair et auquel notre personnalité totale apportera les limites adéquates à sa nouvelle évolution terrestre. Cette évolution terrestre sera préparée par les personnalités totales des deux êtres qui s'uniront pour engendrer la créature future dont l'esprit trouvera la forme correspondant au degré de son évolution et qui répondra au degré atteint par

la fusion des personnalités totales des deux êtres qui l'auront aimanté sur ce plan (1).

Or, une sélection de pensées produit, nous l'avons vu, une sélection d'états, et une sélection d'états doit produire une sélection d'êtres. Puisque les êtres appellent à eux les esprits dont le degré d'évolution requiert la forme que seule l'union charnelle de deux personnalités totales bien définies peut leur procurer,

---

(1) J'entends par personnalité totale la constitution de toute personnalité humaine qui est formée des trois éléments suivants : le physique, le mental, le spirituel. Le physique est l'élément corporel et tout ce qui s'y rattache. Le mental est l'élément constitué par les facultés mentales et psychiques. L'élément spirituel est la partie la plus élevée de nous-mêmes, celle en qui réside notre divinité. L'élément physique trouve spontanément son développement de par sa seule présence sur le plan physique : il est formé des natures physiques des deux parents et de leurs influences ancestrales. L'élément mental se développe volontairement par l'exercice de la pensée — un être peut néanmoins posséder un mental tout naturellement développé sans que pour cela aucun travail ne soit nécessaire — et nous permet de nous élever sur le plan dit de l'astralité. Quant à l'élément spirituel, il se compose exclusivement de notre Esprit. L'Esprit occupe sur l'échelle spirituelle la place qui lui revient de par son évolution déjà réalisée. Il n'est pas nécessairement toujours situé dans notre corps, mais, tel un gaz en liberté, il occupe en vertu de sa propre densité la place qui lui correspond. C'est en vue de l'évolution de l'élément spirituel que le mental travaille et que les formes se succèdent. Ainsi donc, l'être humain, image de Dieu, porte en lui sa divinité et possède les trois éléments constituant sa trinité. C'est ce que je nomme la personnalité totale. Un être humain dont le mental n'a encore reçu aucun développement et ne le développant pas ne vivra que sur le plan physique et, par conséquent, ne fera pas progresser son esprit dont l'évolution restera stationnaire ou presque. Mais s'il développe au contraire son mental, un contact s'établira entre celui-ci et l'élément spirituel et il pourra commencer *à percevoir son Esprit.* La personnalité totale dont le mental aura été développé antérieurement ou seulement sur cette sphère et qui aura dégagé son élément spirituel, percevra les plans supérieurs de même densité que son esprit, puisque chaque Esprit appartient au plan qui lui correspond.

Ainsi, tel est l'enchaînement ; l'élément physique est tout développé de par sa présence sur le plan physique, le mental établit le contact entre le Moi de l'être et son esprit, véritable pont faisant communiquer les plans supérieurs au plan terrestre, c'est-à-dire le divin à l'humain.

il s'en suivra que plus nombreux seront les êtres qui occuperont un degré élevé sur l'échelle spirituelle et plus grand sera le nombre des esprits supérieurs qui s'incarneront, et c'est ainsi que cette nouvelle sélection produira une selection de la race terrestre. Mais qu'est-ce qu'une race sinon un ensemble d'êtres réunis par des liens physiques, mentaux et spirituels de même essence ? Or, si nous admettons qu'il existe un degré sur l'échelle de l'Espace correspondant à chaque être, nous devons admettre également qu'il existe un degré sur cette même échelle correspondant à chaque réunion d'êtres, c'est-à-dire à chaque race différente, d'où il résulte que les êtres, en évoluant, font évoluer les races tout comme la partie qui se modifie modifie le tout. Je dirai davantage : il suffit d'un être qui évolue pour faire évoluer toute une race tout comme la partie en se modifiant modifie le tout.

Nous voici donc arrivés au point où cette pensée trouvera place : à savoir, qu'il faut que tout Esprit trouve sa demeure terrestre.

En s'élevant grâce au choix de ses pensées les plus hautes, les plus nobles, les plus fortes, les plus susceptibles d'accroître notre personnalité morale et grâce au développement de ces pensées par l'exercice et la concentration de sa volonté, l'être se sera lui-même élevé vers des sphères de la Pensée de plus en plus lumineuses, il aura dirigé vers de telles régions ceux qui auront été touchés par la clarté de son front, par l'élévation de ses idées ou, même tout simplement, par la bienfaisante action de son regard : il aura ainsi contribué à l'évolution de la race terrestre et il aura peut-être aussi permis à l'esprit ou aux esprits qui attendaient, il se peut depuis lontemps, de s'incarner dans une forme adéquate, de

trouver enfin leur demeure terrestre ; et il s'ensuit que plus élevés seront les êtres s'unissant sur terre dans un but de perpétuité et d'autant plus élevés seront les esprits qui répondront à l'appel interspatial et qui trouveront avec leur enveloppe terrestre leur personnalité totale ; et, conséquemment, plus nombreux seront les êtres élevés et d'autant plus élevée sera la race qui aura pu s'enrichir ainsi de nouveaux éléments précieux et rares. C'est de la sorte que communiquent entre eux les plans terrestres et les plans supérieurs. Mais les plans de la Création sont très nombreux puisqu'ils conduisent jusqu'à Dieu en se succédant sur l'échelle de l'Espace avec la continuité de la gamme des couleurs dans le spectre solaire.

Le plan qui touche au nôtre et qui correspond au quatrième espace est celui de l'astralité. C'est une zone trouble. Peuplée d'entités qui, après l'abandon de leur enveloppe corporelle, restent dans l'atmosphère de cette planète, c'est un monde sombre et lourd. N'étant pas encore des esprits — dans le sens divin du mot — n'étant plus des êtres humains, ces entités flottent, plus ou moins éveillées, soumises encore à certaines souffrances de la terre et ignorant les joies du Ciel. C'est une zone de transition.

Entre deux couleurs de la gamme solaire il existe une zone dans laquelle les vibrations d'une couleur se confondent avec les vibrations de la couleur qui la suit ou la précède. (A vrai dire chaque couleur est limitée devant et derrière elle par deux zones puisqu'elle confine avec deux couleurs). Ces vibrations sont de longueurs différentes car elles sont émises par deux couleurs différentes dont la nature est distincte. Imaginons des germes vitaux pouvant vivre dans les ondes lumineuses de l'orangé, si l'on veut, et ne pouvant s'adapter à la longueur de celles

du rouge. Imaginons que ces germes vitaux soient attirés dans la zone neutre de transition établissant le contact entre les deux couleurs du spectre, car sur l'échelle de la Création il n'existe pas d'interruption entre un état et un autre état. Ces germes vitaux, obligés d'évoluer dans une région confuse au milieu des ondes qui leur conviennent mais aussi parmi celles provenant d'un élément qui n'est pas le leur et qui seront par conséquent pour eux une cause de trouble, ces germes vitaux vivront dans une atmosphère d'angoisse et deux hypothèses se présenteront : ou ils se trouveront dans les conditions spirituelles de lutter après s'être adaptés aux ondes nouvelles, et, dans ce cas, ils pourront s'élever vers la couleur possédant des ondes plus courtes ; ou bien ils ne se trouveront pas dans les conditions spirituelles leur permettant de lutter et de s'adapter aux nouvelles ondes, et ils seront alors de nouveau attirés vers la couleur de laquelle ils procèdent et qui sera *l'élément répondant* à leur état. Cette zone neutre de transition, entre deux couleurs du prisme, est, pour les germes vitaux considérés, ce que le monde de l'astral est à l'égard des entités spirituelles dont nous nous occupons ici.

Parmi ces entités, celles qui possèdent une densité ne leur permettant pas de s'élever vers les sphères supérieures peuvent être considérées comme étant de valeur moyenne et d'une densité voisine de celle des êtres de ce plan ; elles seront aisément attirées sur cette sphère puisque le nombre d'êtres de valeur moyenne y est considérable. Ces entités subiront donc le sort des germes vitaux dont je parlais tout à l'heure, et qui, ne possédant pas les conditions spirituelles requises pour s'élever au-delà de la zone

mixte, sont contraints à réintégrer la couleur qui correspond à leur densité essentielle.

Les autres entités, celles qui se sont adaptées au nouvel état, après un temps plus ou moins long qui aura pu être employé aussi bien activement que passivement — ce dernier état étant en quelque sorte pareil au sommeil léthargique qui est bien le sommeil de la pensée — parviendront à s'élever sur l'échelle des plans et acquerront une densité qui leur permettra de disposer de leur activité d'Esprit qui se fera dans plusieurs directions de l'Espace et, par conséquent, sur la terre aussi, dont les habitants subiront les effets de ce travail exécuté dans les espaces supérieurs et parvenus jusqu'à eux par la voie du quatrième espace. Ces entités ne seront pas nécessairement divines bien qu'elles occupent (et ce mot n'est pas exact, car un Esprit n'occupe pas d'espace) des plans doués de quatre et peut-être d'un plus grand nombre encore de dimensions. Nous ne pouvons concevoir, il est vrai, un espace à cinq et plus dimensions bien que nous puissions en concevoir un à quatre qui est celui sur lequel nous empiétons déjà ; mais il ne faut pas perdre de vue que nous nous trouvons dans le domaine de la pensée, et étant donné que les limites de la Pensée nous sont ignorées sur cette sphère, comment pourrions-nous connaître celles de la Pensée appartenant aux entités douées de cinq et plus espaces ? Il s'ensuit que ces Esprits auront une vie que nous ne pouvons nous figurer et des pouvoirs qui, tout en n'étant pas illimités, car tout est limité sauf le pouvoir de Dieu, semble, auprès des pouvoirs terrestres, illimité. Est-ce à dire que ces Esprits élevés garderont éternellement cet état interspatial et leur évolution leur permettra-elle de ne jamais plus connaître les nécessités

de l'incarnation ? Il ne saurait en être ainsi car le cycle de leur vie spirituelle n'est pas encore révolu : il leur faudra éprouver à nouveau, après une vie libre et lumineuse, l'opacité de l'existence terrestre et la lourdeur de la chair. Et ils viendront dans la forme qui leur sera donnée par les deux êtres qu'ils auront élus, lesquels auront été — peut-être sans le savoir — le véritable *médium* entre les régions des plans supérieurs et celles de l'espace borné à trois dimensions. Tout Esprit élevé fera un homme élevé dont la vie sera certainement belle, qui laissera derrière lui une noble tâche sinon achevée du moins sûrement dessinée semblable à un sillon profond et lumineux.

Je ne veux pas dire par là qu'un Esprit élevé doive habiter une forme belle au sens esthétique du mot. Les laideurs, les tares, les imperfections corporelles de toute sorte procurent, en plus des souffrances physiques, les souffrances morales nécessaires à l'évolution de l'âme par lesquelles l'Esprit est obligé de passer durant sa lente et sûre marche ascensionnelle, et il est certain que celui qui est sur le point d'atteindre le but suprême de sa destinée humaine ne pourra plus souffrir physiquement des imperfections touchant exclusivement le plan physique, mais il éprouvera doublement les souffrances spirituelles : l'incompréhension de la masse, la lâcheté humaine, l'oppression du faible, les injustices et les drames intimes de la conscience. Pour l'Esprit parvenu, sur cette sphère, à la fin de ses incarnations, une seule beauté existera, la beauté de l'âme, et son corps sera le reflet de cette beauté spirituelle qui se fera reconnaître par ceux qui sauront la découvrir de leurs yeux clairvoyants et qui, seuls, comprendront que l'Esprit revêtu de cette double mais *unique* beauté a

atteint le point terminal de son évolution terrestre. Ceux qui sont à même de découvrir, à travers l'enveloppe corporelle des êtres, l'essence spirituelle et le véritable degré de leur évolution interspatiale, sont rares, car il faut pour cela qu'ils occupent eux-mêmes un degré élevé sur l'échelle spirituelle et qu'ils soient doués de la vue intérieure ou sens interspatial qui projette sur le miroir infaillible l'image réelle et spirituelle des êtres.

On ne peut voir que ce qui est *au-dessous de soi*, au *même niveau* ou *à peine au-dessus* de soi. Telle est la loi de la vue spirituelle. La brute enténébrée regarde le chef-d'œuvre de Praxitèle et ne le voit pas. On ne voit que ce que l'on est digne de voir.

Il existe une véritable parenté entre l'œil qui *voit* et la chose *vue*, et cette parenté est le reflet d'une autre parenté entre Dieu et la créature, entre le divin et l'humain, et c'est encore une preuve de la divinité de l'homme.

Mais il est des Esprits encore plus élevés, sur terre. Ce sont ceux qui proviennent des plans divins et qui, une fois désincarnés, vont rejoindre ces plans divins. Leur incarnation dans cette forme à trois dimensions peut être due à deux causes. Ou bien ces Esprits dont la densité a déjà atteint les degrés les plus hauts sur l'échelle de la Création n'étaient pas obligés de s'incarner en vertu de la Loi immuable, mais ils l'ont fait *volontairement* afin que la terre, ensemencée par leur noble et pur et divin passage, fût enrichie de cette semence féconde et que toute la planète évoluât vers le divin Vrai et le divin Bien. L'histoire des grandes Religions et des grandes Pensées a été écrite par ces Esprits vraiment divins que l'on appelait autrefois les Fils de Dieu. Ou bien ce sont des Esprits — toujours des plans divins — qui se sont incarnés

à la suite de l'appel de deux personnalités totales dont l'élément spirituel appartenait à ce même plan divin, car n'oublions pas qu'en vertu de la Loi des densités spirituelles l'union de deux êtres dont l'Esprit appartient au plan divin doit fatalement aimanter vers eux un Esprit divin. Le cas de cet Esprit appelé sur terre par deux personnalités totales conscientes de leur pouvoir interspatial est infiniment rare, et je me demande même s'il s'est jamais réalisé, mais il n'y a aucune raison pour qu'il ne se réalise pas dans l'avenir. Si tous les êtres de ce monde possédaient un élément spirituel occupant une sphère divine et dont ils auraient pleinement conscience, ainsi qu'un mental ayant rejoint son plus haut point de développement, il s'ensuivrait que la race terrestre serait toute divine puisque chaque être, conscient de sa divinité, serait habité par un Esprit divin. Mais cela ne peut être ainsi, car il y aura toujours sur les terres tous les points de l'échelle terrestre comme il y a dans les Cieux tous les points de l'échelle céleste; cependant, comme je l'ai déjà dit, plus nombreux seront les êtres dont l'élément spirituel occupera les plans divins et plus élevée et divine sera la race terrestre. De cela il sera parlé encore dans la suite, dans le chapitre de l'Être nouveau.

Cet Esprit divin, qu'il soit venu volontairement dans l'opacité de la forme terrestre en vue d'une grande mission à accomplir, ou qu'il ait répondu à l'aimantation spirituelle de deux êtres divins, cet Esprit, dis-je, ignorera les tourbillons de forces hétérogènes qui troublent la région de l'astral la plus voisine de la terre et qui ne sauraient avoir aucune action sur sa densité : aussitôt après la mort de son enveloppe corporelle il ira rejoindre le plan divin auquel il appartient déjà ou auquel il aura mérité d'ap-

partenir, et les plans supérieurs qu'il franchira seront éblouis durant son ascension par la lumineuse gerbe de son essence spirituelle.

Tel est le pouvoir de la Pensée et en y réfléchissant bien nous voyons qu'elle peut tout. Car, en faisant progresser l'être individuellement, elle lui permet d'atteindre les plans les plus élevés sur la gamme de la Création, elle fait en même temps évoluer la race terrestre et elle procure un contact de plus en plus intime entre le monde naturel et le monde spirituel. Ce qui revient à dire que la Pensée soutenue et fortifiée par la Volonté se confond avec l'action.

La sentence : « Vouloir c'est pouvoir » est, je crois, aussi vieille que le monde, et nul ne peut me désapprouver si j'affirme aujourd'hui que la Pensée soutenue et fortifiée par la Volonté est un véritable mode d'action. Sur le plan matériel, la Pensée, pour devenir action, a besoin de la Volonté, alors que sur les plans supérieurs toute *pensée est action* sans que, pour cela, le facteur Volonté soit nécessaire. C'est ce qui différencie la pensée humaine de la pensée supérieure que nous pouvons appeler aussi la pensée surhumaine ou divine ; et il nous sera alors permis d'avancer que tout acte de la volonté est un acte de création puisque action et création ne sont qu'une seule et même chose.

En effet, pour l'Absolu, vouloir et créer ne sont qu'une seule et même chose : ce qu'Il veut *est*.

« Au commencement, nous dit la Genèse, Dieu créa le Ciel et la Terre ». Or Dieu ne pouvait créer le Ciel et la Terre, c'est-à-dire tout ce qui existe et peut exister, que de Sa seule Volonté. En Dieu était le créé et l'incréé, le Créateur et la Créature, c'est pourquoi dans chaque être qui a été, qui est et qui sera, dans chaque germe ayant existé, existant et

devant exister, Dieu *est*, car Il est le commencement et la fin, l'alpha et l'oméga.

La difficulté matérielle, — c'est-à-dire l'obstacle — n'existe donc que sur le plan matériel; mais sans aller jusqu'à l'Absolu, n'en est-il pas un peu de même pour nous ? Ce que nous *voulons* n'existe-t-il pas déjà en nous et en dehors de nous, quelque part dans l'Espace ? Lorsque nous pensons à un être aimé, lorsque nous évoquons, en concentrant nos facultés mentales, un paysage qui nous est cher, n'avons-nous pas la *présence* de cet être aimé, ou celle du paysage évoqué ?...

J'ai, depuis longtemps, dans mon cœur et devant mes yeux, l'image nette et précise d'une maison blanche entourée de rosiers portant des roses rouges, au bord de la mer... J'ai, depuis que je l'ai désirée, la vision de cette demeure qui semble renfermer pour moi tout le bonheur auquel je puisse aspirer... Pas un détail ne m'échappe, et l'image est toujours la même... Je porte en moi ce refuge créé par ma volonté la plus tenace d'une façon aussi certaine qu'il pourrait me contenir tout entier comme si je l'avais construit de mes propres mains et de mes deniers... Certes, je voudrais qu'il en fût ainsi, et je me dis pourtant, parfois : « Si elle existait vraiment, ta maison, dans un lieu tangible de ce plan, si tu y vivais avec le bonheur que tu sais aujourd'hui qu'elle peut contenir, récolterais-tu ce bonheur inlassablement ? Est-ce qu'une autre image, un autre désir, une autre volonté concentrée ne viendrait pas atténuer ton bonheur et ne vivrais-tu pas alors en pensée loin de ce lieu pendant si longtemps contemplé ? »

Cette maison, je la possède aujourd'hui qu'elle existe au-dessus de moi mieux et plus que si elle était au milieu de ses roses rouges, sous son ciel bleu, au-

près de cette mer, toute blanche, d'une blancheur unique, connue de moi seul. La possibilité que nous avons de créer une chose aussi vivante et certaine de notre seule volonté n'offre-t-elle pas une preuve évidente de la parenté entre le divin et l'humain, entre le réel et l'irréel, entre le désir et la possession ? Ne trouvons-nous pas dans cette parenté le fil invisible qui nous rattache aux sphères les plus immatérielles du Monde et à la Source même de la Divinité Absolue ?

Donc, tout acte de la Pensée vivifié par l'acte de la Volonté est un acte de création. Cet acte de création commence à agir dans le domaine de la pensée puisqu'il est né de la pensée et il trouve sa réalisation sur la sphère répondant à la qualité de la pensée qui lui a donné naissance. Cette création, — je n'ose dire cette *créature* — existe quelque part dans l'Espace, comme ma maison blanche existe dans l'Espace où je puis la rejoindre et l'habiter en *pensée.* Que faut-il pour que la chose ainsi créée en *pensée* et qui existe quelque part dans l'Espace trouve sa réalisation dans un monde à trois dimensions ? Et, d'abord, a-t-elle déjà dans ce point invisible de l'Espace la forme qui devrait être la sienne si elle était construite d'après les éléments géométriques de ce plan terrestre ? Ou bien existe-t-elle en ce point invisible de l'Espace dans une forme géométrique appartenant à ce point de l'Espace ?

La chose créée par notre pensée et rendue encore plus vivante par notre Volonté existe en effet quelque part dans l'Espace, mais ce quelque part de l'Espace appartient à une sphère où la matière, au sens terrestre du mot, n'existe pas, car la Pensée ne peut créer dans le domaine de la Pensée qu'avec de l'impondérable c'est-à-dire avec de l'éther fluidique,

et la chose construite dans la matière fluidique d'une essence dérivée de la sphère sur laquelle cette chose a été construite, cette chose, dis-je, sera nécessairement construite sur cette sphère d'après ses propres lois qui ne sauraient être celles de notre monde à trois dimensions. En effet, ce qui est créé par la pensée ne se réalisera jamais sur le plan des réalisations dans une forme parfaitement identique à celle qu'imaginativement notre pensée lui avait donnée. Nous trouvons des preuves de cela dans la vie de tous les jours. L'œuvre d'Art ne sera jamais, une fois réalisée, parfaitement identique à celle que l'artiste avait conçue et *vue* dans son esprit, pas plus que l'ouvrage que nous écrivons, même le plus longuement et le plus patiemment muri, ne sera parfaitement identique à celui que notre pensée avait élaboré. De tout ce que nous venons de dire il s'ensuivra que nous créons une chose par la pensée, que nous la maintenons vivante par l'acte de la volonté, et que cette chose se construit dans la matière fluidique appartenant à la sphère à laquelle elle correspond par sa densité et selon les lois de cette sphère. C'est là qu'elle attendra que nous la réalisions sur le monde naturel et d'après ses lois.

Nous avons éclairé le premier point, nous allons essayer d'en faire autant pour le deuxième, à savoir : que faut-il pour que la chose ainsi créée en pensée et qui existe quelque part dans l'Espace trouve sa réalisation dans un monde à trois dimensions ?

La question nous oblige, étant ainsi posée, à chercher et à établir l'origine des pensées. La pensée qui jaillit tout à coup dans notre cerveau a-t-elle nécessairement des antécédents et quels sont-ils ?

Je ne parle pas ici de la pensée qui est le fruit d'un raisonnement, ou d'un travail de notre menta-

lité ou de celle d'un autre être vivant quelconque et que nous avons pu nous assimiler, mais de celle qui germe de l'Invisible et s'impose à nous d'une façon lumineuse : on la nomme, habituellement, *inspiration.* Or, d'où nous vient cette pensée-inspiration ? Naît-elle d'un processus de notre travail intérieur, d'une élaboration qui se faisait en nous et dont nous n'avions pas conscience ? Ou bien, vient-elle, au contraire, d'un point hors de nous-même ? Rappelons à ce propos ce que j'écrivais au début de ce chapitre au sujet des pensées qui nous suivent durant nos passages d'un état à un autre état : « Dans ce nouvel état, d'autres pensées viendront à nous. A vrai dire ces pensées ne seront pas toutes nouvelles ; nos anciennes pensées nous auront accompagné durant ce passage d'un état à un autre état (passage dont nous n'aurons pas eu nécessairement conscience,) d'autres seront nées de ces pensées, d'autres encore seront venues peut-être aussi d'une troisième Source. » Quelle est donc cette troisième Source ?

Les pensées, nous l'avons vu, vont occuper les sphères qui correspondent à leur densité spirituelle, de sorte que celle qui sera, par exemple, d'un ordre pratique ou mondain, occupera une place plus inférieure à celle ayant trait à un haut problème de la Vie spirituelle. Ces pensées qui occupent un point dans l'Espace ne sont pas toutes fécondées sur terre : le cerveau qui aurait pu leur donner l'ampleur qu'elles méritaient n'aura pas été toujours à même de réaliser ce travail de véritable incarnation. Nous entendons dire en effet à chaque instant : « Il n'a pu malheureusement réaliser son œuvre. » Ces pensées quoique n'étant pas *incarnées* n'en existent pas moins dans l'Espace, et nous pouvons à peine nous figurer le nombre des pensées issues de tous les êtres

pensants depuis l'origine des âges : un vaste univers de Pensées qui ne demandent qu'à vivre tout comme les Esprits qui occupent les différents plans de l'Espace attendent l'heure de leur incarnation dans la « Forme ». Mais ces pensées occupent comme les Esprits, et toujours en vertu de la Loi des densités spirituelles, les plans qui correspondent à leur densité, et puisque notre Esprit occupe également le plan auquel il a droit, il s'ensuit qu'il vivra au milieu des pensées d'une même essence que la sienne, et c'est par l'intermédiaire de notre mental supérieur que ces pensées, perçues par notre Esprit, arriveront jusqu'à nous. C'est de la sorte que nous *voyons* en nous tout à coup une pensée qui nous semble étrangère mais qui nous *appartient* néanmoins, puisqu'elle se trouve sur le même plan que notre élément spirituel et marque le degré auquel nous sommes parvenus sur l'échelle de l'Espace.

Ainsi les êtres et les pensées se pénètrent comme des gaz de même densité. L'Espace est donc un immense Réservoir de pensées auquel les êtres puisent, sans le savoir, celles que le degré de leur évolution leur permet d'atteindre. Et voici que nous avons montré et établi quelle est la troisième source de nos pensées et, en même temps, l'origine spirituelle de toute œuvre terrestre. D'avoir établi l'origine spirituelle de la pensée nous permet de répondre à la question posée : « Que faut-il pour que la chose ainsi créée en pensée et qui existe quelque part dans l'Espace trouve sa réalisation dans un monde à trois dimensions ? » Il faut pour cela que nous occupions le même plan qu'elle, il faut aussi que les pensées à réaliser — qu'elles nous appartiennent ou qu'elles soient nées dans d'autres cerveaux — répondent à la courbe de notre évolution, de notre destinée spirituelle, si l'on

préfère. Nous devons accomplir sur terre et au-delà l'œuvre dont nous sommes dignes, et plus l'être sera noble, pur, élevé, et plus noble, pure, élevée sera son œuvre ; la plus noble, la plus pure, la plus élevée sera celle qui aura trait essentiellement au Monde de la Divinité, car, née d'une pensée occupant les plans divins, elle a pour but de faire s'élever *en pensée* vers ces mêmes plans divins les facultés mentales de ceux qui ne les avaient encore jamais atteints et qui entreverront pour la première fois, au contact de cette œuvre et grâce à elle, la nouvelle Clarté et la Beauté des Sphères divines.

Et voici comment tout acte de la Volonté est un acte de Création, qu'elle se réalise en nous ou, hors de nous, sur les plans matériels ou spirituels. Et si j'ai démontré que le quatrième espace et ceux qui le suivent correspondent au domaine de la pensée, il en découlera qu'en développant la pensée et tout ce qui se réfère à la pensée nous préparons dès maintenant notre espace futur, de sorte que lorsque nous y parviendrons ce sera avec des facultés et un mental appropriés au nouvel état, c'est-à-dire avec un organisme s'adaptant aux lois du milieu qui nous attend, car, en effet, pour qu'un être s'adapte à un milieu nouveau il faut qu'il possède un organisme — pris dans le sens le plus vaste et même le plus spirituel du mot — qui lui permette d'évoluer dans ce nouveau milieu, et en disant par conséquent que nous nous préparons à la vie qui nous attend dans les espaces supérieurs, lesquels appartiennent au domaine de la Pensée, nous voulons dire qu'en développant dès maintenant la pensée et tout ce qui se réfère à la Pensée par l'exercice de la pensée et de la volonté, nous construisons et développons *dès maintenant* l'organisme qui nous permettra de nous adap-

ter à la vie spirituelle des plans supérieurs. Or nous savons que l'état qui confine avec notre monde réel à trois dimensions fait partie du quatrième espace qui appartient au domaine de la Pensée, et en disant que nous construisons et développons dès maintenant l'organisme fait pour nous adapter à ce milieu spirituel, nous entendons par là que nous construisons et développons dès maintenant le sens spécial fait pour notre adaptation dans un Monde Nouveau. J'appelle ce sens le sens interspatial : il ne sera question que de lui dans le Chapitre qui va suivre.

CHAPITRE II

LE SENS INTERSPATIAL

« Dieu nous a donné une vertu
qui ne reconnaît pas de maître. »

PLOTIN

Toute fonction implique l'existence de l'organe où elle se localise. Si nous montrons donc qu'une certaine fonction existe, il en découlera nécessairement que l'organe, siège de cette fonction, doit exister. D'autre part, si toute fonction présuppose un organe approprié, tout organe impliquera l'existence d'une fonction dont il est le siège. Mais une fonction plus ou moins développée donne plus de preuves de l'existence d'un organe approprié qu'un organe quelconque ne peut en donner d'une fonction dont on ignore le siège, car on conçoit aisément qu'il puisse exister un organe sans fonction ou atrophié alors qu'il ne saurait exister une fonction développée sans son organe correspondant. Il s'ensuit par conséquent que si je prouve l'existence d'une certaine fonction et si vous la reconnaissez avec moi, il faudra que nous admettions ensemble l'existence de son organe *même actuellement invisible*.

Nous savons, désormais, d'une façon certaine, que

ce qui nous permet de recevoir en notre Moi central les perceptions venues des trois directions de l'Espace est l'organe labyrinthique du sens spatial ; c'est lui qui nous fait dire que notre espace est à trois dimensions, mais nous savons que l'Espace doit posséder un nombre *n* de dimensions et que le monde auquel nous confinons, sur lequel nous empiètons déjà, doit être un monde dont les habitants perçoivent *au moins* quatre dimensions.

Mais qu'est-ce qui nous sépare de ce monde avec lequel nous confinons, je veux dire qu'est-ce qui sépare notre Moi humain de ce monde ? C'est la Mort. Si l'on veut en effet reconnaître avec moi que notre cellule primitive spirituelle, issue d'un foyer divin, née à une minute de son passé, se dirige vers un point-état de son avenir en suivant une ligne-temps et se revêtant au long de son parcours des différentes formes nécessaires à son évolution, comme l'habitant terrestre endosse les vêtements variés selon les régions qu'il traverse et les saisons de l'année, il faudra admettre que notre Esprit doive franchir encore une fois le seuil que son enveloppe ne peut fouler et ce seuil nous le nommons, sur notre sphère, la Mort, qui n'est que l'arrêt plus ou moins subit de notre cœur.

L'être a cessé de vivre, le corps perd sa température normale, acquiert cette froideur, cette rigidité et parfois cette beauté qui semblent éternelles à ceux qui les ont considérées : on dirait que c'est l'arrêt définitif, que *c'est la fin*. Au reste, c'est bien une fin ; c'est la fin du corps, la fin de ce qui nous a été cher, de ce qui a été cher à nos sens, mais ce que cet Esprit a donné, ce que cet Esprit a souffert, ce qu'il *a été* demeure et lui est à jamais acquis. Et, *seul*, il franchit le seuil étroit, il franchit la paroi qui sépare notre

univers à trois dimensions de l'univers invisible. Le passage de notre Esprit immortel allant d'un monde à trois dimensions vers un état doué de quatre dimensions au moyen de la mort corporelle peut être envisagé d'une façon géométrique : « Le je ne sais quoi qui n'est certainement pas notre corps, ce qui ne sera pas notre cadavre après notre mort, cette chose qui a de la sensibilité, de la mémoire, de l'intelligence et de la vérité et qui est ce que j'appellerai notre âme, vit peut-être dans l'espace à quatre dimensions : elle agit sur notre corps comme nous agissons sur une feuille de papier que nous faisons glisser sur une table. Rien ne nous empêche d'ailleurs, au moyen d'une fiction, de placer dans un espace à quatre dimensions des choses qui comme l'âme, ont une existence réelle, sans que nous puissions les trouver dans notre espace cognoscible. Dans l'état de vie, l'âme humaine repose sur notre espace, comme le doigt qui s'appuie sur la feuille de papier pour la faire glisser sur une table ; dans l'état de mort, l'âme cesse de toucher notre espace à trois dimensions à l'endroit où est notre corps. » (1) « Si nous sommes réellement des êtres d'un espace supérieur, le corps matériel pourrait être considéré comme notre intersection avec cet espace à trois dimensions que seul connaissent les sens ; les phénomèmes de la naissance, du développement et de la mort ne seraient que les différentes périodes du passage dans cet espace, de l'être plus parfait que nous serions réellement. Après la mort, la matière reste pour de nouvelles transformations, mais l'être enfin libéré va rejoindre les autres êtres qui, comme lui, ont traversé le monde, et avec lesquels il forme un tout indissoluble. » (2)

(1) H. Laurent. *L'enseignement mathématique*, 1899, page 404.
(1) Maurice Boucher. *Essai sur l'Hyperespace*. page 167.

J'ai tenu à citer les deux passages qui précèdent afin de montrer qu'il n'est pas aventuré de concevoir la mort au point de vue strictement géométrique, et qu'elle peut être considérée comme étant le fil invisible qui permet à notre Esprit allégé de son fardeau corporel de passer d'un espace à trois dimensions à un espace supérieur. Dans cet espace supérieur, l'Esprit connaîtra forcément d'autres conditions de vie, c'est-à-dire qu'il acquerra la structure répondant le mieux à ce nouvel état et nécessaire à son adaptation dans un milieu régi par des lois différentes de celles qui régissaient sa sphère précédente. Mais ce n'est pas seulement grâce à la mort que notre Esprit franchit le seuil du quatrième espace. Dans le chapitre précédent, nous avons vu que notre Esprit vit dans une sphère qui répond à la densité de notre évolution totale, qu'il baigne dans une atmosphère répondant au plan auquel il appartient. C'est à ce plan que nous puisons nos pensées, il est notre véritable univers puisqu'il est l'univers auquel participe la partie la plus élevée de nous-même, alors que notre Moi terrestre ne vit dans un espace à trois dimensions que parce que l'incarnation humaine est encore nécessaire à notre évolution spirituelle. Notre Esprit s'élevant donc d'un monde à trois dimensions au-dessus de la ligne-temps que nous parcourons sans arrêt comme nous avons pensé que l'être-surface pourrait s'élever au-dessus de son plan s'il concevait une troisième dimension et s'il était à même de s'y élever, notre Esprit, dis-je, tout en restant uni à notre Moi peut suivre à travers l'espace le chemin parallèle à celui que parcourt notre personnalité terrestre, bien qu'ils soient séparés tous deux qui sait par combien de plans. Notre Moi, notre âme humaine n'a pas cons-

cience de cette vie interspatiale, de cette vie sur plusieurs plans...

Un petit enfant marche seul dans une plaine infinie droit devant lui ; il serre dans une de ses mains un fil dont l'autre extrémité est liée à un petit ballon rouge qui est si haut, si haut dans le ciel bleu que nul ne le saurait distinguer (il faudrait pour cela un regard spécial). L'enfant ne possède pas ce regard spécial, il ne sait pas qu'il possède un ravissant globe aérien, il ignore même qu'il serre dans ses doigts le souple fil invisible... C'est l'image qui me vient à l'esprit, elle est peut-être trop simple, mais l'enfant qui marche seul dans la plaine infinie est si petit, et si simple... Nous sommes tous des enfants marchant dans une plaine, et nous savons si peu de choses, nous voyons si peu de choses. Toutefois, nous savons que l'on peut voir plus et mieux, que certains ont vu ce qui n'était pas ici, ou ce qui était caché par les cloisons étanches de notre système géométrique euclidien. Mais il faut pour cela que l'être se trouve dans certaines conditions mentales ou psychiques, dans un état permettant à l'organe du sens interspatial de fonctionner. Or tout organe pour fonctionner normalement exige de l'ensemble de l'organisme dont il fait partie ainsi que du milieu dans lequel est plongé l'être à qui cet organe appartient certaines conditions bien définies ; et plus un organe est délicat et si je peux dire, spiritualisé, et plus grandes et spiritualisées seront ses exigences... Il faut à chaque chose comme à chaque être un cadre approprié : la plus substantielle et féconde pensée hermétique ne perdrait-elle pas toute signification si on la gravait en lettres d'or sur des murailles antiques mais déjà, depuis longtemps, salies par la lèpre des affiches, un soir d'orgie plébéienne ?

Donc, pour que la vue interspatiale soit à même de fonctionner, c'est-à-dire pour que ce qui appartient au quatrième espace parvienne jusqu'à un être donné, il faut que celui-ci, en plus de posséder l'organe approprié (dans un état de développement plus ou moins avancé, et je crois qu'il est encore chez l'homme dans sa toute première période), il faut que cet être, dis-je, se trouve dans des conditions psychiques bien déterminées et placé dans un milieu favorable lui permettant de percevoir les vibrations des ondes spéciales venues du quatrième espace. Mais quelles sont ces vibrations, d'où naissent ces ondes ? Quelle est donc cette fonction ?

Je n'ai pas à faire ici l'histoire des phénomènes d'ordre psychique : la Psychologie expérimentale de ces dernières cinquante années s'en est longuement occupée et d'illustres savants se sont adonnés à l'étude de ces problèmes si captivants. Les plus grands sceptiques sont devenus, après des examens impartiaux, les plus convaincus des adeptes. Citer les noms, même les plus illustres, des savants du monde entier et les titres des ouvrages les plus importants, m'obligerait à en dresser une liste trop longue et ferait de ce chapitre un véritable catalogue des Sciences psychiques. William Crookes et Flammarion, Maurice Maeterlinck et Sir Oliver Lodge, pour en citer quelques uns, ont écrit des livres où les phénomènes de clairvoyance, de prescience et de communication avec le monde invisible sont étudiés avec des regards très différents, mais avec une même impartialité. Nul ne pourrait nier, je crois, à l'heure actuelle, l'existence de ces phénomènes, et si la science de la Psychologie expérimentale est constituée aujourd'hui par une documentation des plus importantes, c'est grâce à MM. Gurney, Podmore, Sidwick et Meyers qui

s'unirent en 1882 pour fonder à Londres la Société Psychique. La Société des Recherches Psychiques dont les travaux actuels sont menés avec une intelligente organisation aussi bien en Angleterre qu'aux Etats-Unis ont permis d'accumuler des matériaux d'un intérêt de tout premier ordre ; des milliers et des milliers de procès-verbaux forment présentement une véritable bibliothèque des sciences psychiques expérimentales.

Toutes les manifestations dont il est question dans ces ouvrages doivent nécessairement nous intéresser, car il s'agit là de manifestations dites de l'au-delà c'est-à-dire venues d'un plan au-dessus du notre par une voix ignorée qui ne peut être que celle du quatrième espace : c'est tout le problème interspatial qui est en jeu. Ne pouvant, ni voulant les étudier toutes ici, je considérerai seulement l'intuition, la prescience, et la voyance qui se rapportent le plus au Problème de l'Espace tel que je désire l'envisager ici, c'est-à-dire au point de vue du sens spécial que nous devons posséder et qui doit nous permettre d'accomplir ces trois fonctions interspatiales qui sont les plus hautes que nous puissions concevoir dans le domaine de la pensée. J'écarte volontairement les communications qui nous atteignent par un intermédiaire autre que l'être humain, comme les séances de table par exemple. Si le passage du troisième au quatrième espace se vérifie, et je ne crois pas que nous puissions dorénavant le mettre en doute, c'est par le moyen de nous-même qu'il doit s'exécuter, et puisque nous possédons l'organe — et nous devons le posséder vu que la fonction existe — nous avons le devoir envers nous-même, envers la Science, envers l'avenir de notre race humaine de le développer, et c'est par la fonction et par l'étude de cette fonction

que nous le développerons théoriquement et pratiquement.

Chacun sait en quoi consiste l'intuition : la définir serait inutile. Ce sens spécial qui nous renseigne sur le geste à accomplir à un moment donné de notre vie, ou à ne pas l'accomplir, comme si nous savions dès cet instant les conséquences qui pourraient découler de ce geste ou de notre refus, cette faculté qui nous permet de juger la valeur morale ou spirituelle d'un être dès le premier contact et nous pousse vers lui ou nous en éloigne comme si nous savions que son influence sera bonne ou mauvaise, que l'union spirituelle de nos deux âmes sera heureuse ou néfaste. Cette vue au delà de l'enveloppe corporelle est bien la fonction d'un organe interspatial, une vue qui nous élève dans l'espace et le temps au dessus de la surface sur laquelle nous reposons et nous permet de savoir ce que sera dans l'avenir la conséquence du geste accompli ou notre refus d'accueillir dans notre sphère spirituelle le nouvel être un instant entrevu.

L'intuition agit dans le moment présent, dans un lieu déterminé; si l'impression se vérifie à distance nous la nommons alors télépathie. Pas plus que l'instuition, la télépathie n'a besoin d'être définie. Deux êtres, à distance, pensent à la même chose, au même moment, agissent de même, l'un écrit à l'autre la réponse à la question que ce dernier avait, dans son esprit, posée. L'un voit tout à coup le danger qui menace un être cher, même la mort survenue avant que quiconque le sache. C'est, dans ce cas, une sorte de photographie avant l'heure. Pour la télépathie ou vue à distance, nous nous trouvons encore devant la fonction interspatiale : quel est l'organe qui nous a permis de voir dans des conditions d'exacte vérité l'ami ou même l'indifférent étendu sur son lit de

mort ou gravement blessé ? L'Espace n'a plus existé tout à coup, et la netteté de la vue a été telle que nous pouvons décrire dans tous ses détails le cadre où gît le malade ou le défunt. Est-ce l'Esprit du moribond ou du blessé qui agit sur nous ou bien est-ce notre Esprit qui nous permet de voir, lui qui habite une sphère à au moins quatre dimensions, établissant entre lui et nous un contact subit grâce auquel notre sens interspatial a fonctionné ? Peu importe, d'ailleurs, puisque c'est *nous* qui avons vu, qui avons tout à coup assisté à la scène tragique, comme nous avons répondu dans notre lettre à la question formulée par un autre être avant même que nous ayons eu connaissance de son désir de nous interroger.

On voit qu'intuition, télépathie, prescience, voyance ne sont qu'un seul et même phénomène, attendu que prescience est synonyme de pressentir, de voir ce qui sera, ce qui adviendra dans un cas déterminé. C'est encore et toujours fonction de notre organe interspartial : il s'agit là d'une vue spéciale comme nous le constaterons en étudiant la voyance. Celle-ci peut être considérée sous deux aspects différents, suivant qu'elle se manifeste à l'état de veille ou à l'état de sommeil. A vrai dire, l'état de veille est, dans ce cas, tout autre que l'état de veille habituel : il y a entre ces deux états la même différence qui existe entre ce qui se passe dans notre mental quand nous écrivons une lettre banale et lorsque nous écrivons, que ce soit vers ou prose, œuvre poétique ou scientifique, mais poussés par cette force spéciale et jusqu'à présent mal définie que l'on nomme inspiration. Quand nous écrivons en effet une lettre banale, nous sentons qu'aucun contact n'est établi en nous avec quelque source lumineuse que ce soit : quand « l'inspiration » intervient, au contraire, il nous

semble que notre cerveau se vide et *sommeille presque* et que notre main est mise en mouvement par une force invisible. Or, lorsque nous nous sentons « voyants » à l'état de veille, on dirait aussi qu'après avoir conc ntré notre attention comme s'il s'agissait là d'une prière muette, nous rentrons notre regard au-dedans de nous-même comme si nous fixions un point intérieur, comme si quelque chose ou quelqu'un allait nous faire tout à coup parler : notre Moi humain parait alors sommeiller. Ceci pour la voyance à l'état de veille.

Si elle se manifeste quand l'être est endormi, il faudra encore distinguer de quel sommeil il s'agit, c'est-à-dire s'il s'agit du sommeil naturel ou de cet état qui le précède ou le suit et c'est ce qu'on appelle l'état hypnagogique, ou bien s'il s'agit du sommeil artificiel ou hypnotique. L'être qui va s'endormir naturellement perd peu à peu le contact avec ce plan jusqu'au moment où il le perd totalement ; dans cet état son Esprit a un contact d'autant plus étroit avec son sens interspatial que ses facultés mentales sont moins en contact avec le plan terrestre, et son sens interspatial peut alors plus librement, plus indépendamment agir ; il verra aussitôt avant, pendant et aussitôt après son sommeil ce qui se passe à travers l'Espace et sur d'autres plans, avec cette distinction que presque toujours le sommeil profond empêche de nous souvenir, à notre réveil, de ce que nous avons pu entendre ou voir, tandis que nous pourrons plus facilement nous rappeler ce que nous avons entendu ou vu aussitôt avant et après le sommeil profond, c'est-à-dire que nous nous souvenons plus aisément de nos visions hypnagogiques que de celles réalisées durant le sommeil.

Quant au sommeil artificiel ou sommeil hypno-

tique, il possède, pour des raisons que nous ignorons encore, une bien plus grande efficacité sur le sens interspatial de la plupart des êtres que le sommeil naturel.

L'hypnotisme est devenu de nos jours une science officielle et les innombrables phénomènes qui ont été étudiés n'ont pas lieu d'être exposés dans cet ouvrage, pas plus que l'étude du Magnétisme qui est devenu un moyen thérapeutique très répandu ne saurait trouver place ici. Pour ce qui se rapporte à notre problème spatial considéré sous son angle spirituel nous devons dire que l'être endormi hypnotiquement ou médium donne des communications verbales ou écrites dont il ne garde, une fois revenu à l'état de veille, aucun souvenir ; il lit dans la pensée, nous renseigne sur des êtres absents, voit à travers les corps opaques. Mais il y a plus : il peut nous faire communiquer avec des êtres qui sont morts, et il nous permet ainsi d'établir entre eux et nous et par son intermédiaire un contact tel que la plus intime et la plus suivie des conversations peut être établie. Le médium est le pont faisant communiquer le visible à l'invisible, le terrestre au supraterrestre, il devient alors le fil éthérique qui relie notre monde à trois dimensions avec le monde à quatre dimensions. Son action peut être encore plus grande puisque par son intermédiaire la matérialisation de l'être ou des êtres dématérialisés, au sens terrestre du mot, peut se réaliser, et tout ceux qui se trouvent dans son voisinage peuvent distinguer parfaitement l'enveloppe corporelle de l'être évoqué. Il existe des matérialisations célèbres comme celles obtenues par exemple par Sir William Crookes avec son médium Miss Cook qu'il est difficile — sinon impossible — de mettre en doute ; d'ailleurs de nombreuses matérialisations ont

été photographiées et fournissent de la sorte une preuve indéniable des faits constatés.

Ainsi, une même chaîne relie les simples phénomènes intuitifs à ceux plus importants et non moins certains que nous nommons phénomènes de médiumnité ; il s'agit là en effet de phénomènes qui se réduisent tous à la perception de ce qui nous vient de la direction du quatrième espace ; il constituent une fonction unique, et doivent avoir par conséquent comme siège un organe unique qui est bien l'organe du sens interspatial. Nous pouvons donc affirmer, d'une façon générale, que l'être humain, quand il se trouve dans certaines conditions psychiques ou hyperphysiques peut constituer un véritable centre enregistreur des perceptions venues du quatrième espace. Constatons que les conditions psychiques requises, lorsque le sommeil naturel ou hypnotique n'est pas intervenu, consistent en un état de somnolence, d'engourdissement si l'on veut, qui occasionne une diminution de contact avec ce plan, produisant, en vertu d'une sorte d'équilibre qui en découle, un plus intime contact avec l'Esprit, d'où augmentation d'intensité dans les perceptions spirituelles et interspatiales. Ayant ainsi montré l'unité de la fonction dans tous les phénomènes d'ordre psychique, nous allons pouvoir essayer de montrer quelle est la qualité de ces perceptions. Ce qui atteint nos sens auditif, visuel et même olfactif et notre sensibilité périphérique ce sont des ondes produites par des vibrations d'essences diverses : les sons sont des vibrations sonores, les couleurs sont des vibrations lumineuses, les parf ms comme la chaleur sont des vibrations. Ces vibrations donnent naissance à des ondes auxquelles l'éther permet de se propager au loin et qui, émises à travers l'Espace, atteignent chacune le sens

spécial qui lui convient et qui les transmet à notre Moi conscient.

Il doit en être de même pour la pensée. Toute pensée du fait qu'elle est *pensée* acquiert une sorte de dynamisme producteur de vibrations, ces vibrations engendrent des ondes qui parviennent, supportées par le fluide éthérique, jusqu'à notre sens interspatial. Or, le son et la lumière se propagent, on le sait, à une très grande vitesse, mais quoique la vitesse de la pensée n'ait pu encore être mesurée — elle le sera certainement tôt ou tard — nous pouvons dire dès à présent qu'elle doit être immensément plus grande que toutes les vitesses connues jusqu'à ce jour. On sait que le Dr Baraduc a photographié les radiations lumineuses qui se dégagent de notre cerveau. Ceci corrobore l'existence des rayons vitaux, dits rayons V de M. Darget et qui impressionnent la plaque vierge placée directement sur le front. Il ne s'agit pas encore de véritables photographies de la pensée mais d'un enregistrement du fluide vital émis par les cerveaux et qui impressionne plus ou moins la plaque selon que notre activité cérébrale est plus ou moins intense. D'ailleurs, cela ne doit nullement nous étonner. La science moderne nous montre que presque tous les corps émettent des radiations, et quand nous posséderons des appareils assez sensibles et adéquats, on verra que toute la matière émet des radiations vitales dues à la radio-activité que *toute* la matière possède. Il ne saurait donc en être autrement pour notre cerveau dont la *radio-activité* doit être immense.

Il doit exister une certaine parenté entre les ondes de la pensée émise, les ondes hertziennes, les ondes des rayons X et celles de ces rayons N découverts par M. Blondlot à Nancy, d'où rayons N. Ces derniers, contrairement à ce qui en est pour les rayons X,

peuvent être polarisés et réfléchis. La vitesse de propagation de leurs ondes est égale à celle des ondes hertziennes et par conséquent de la lumière dont ils semblent être une variété. Les longueurs d'onde des rayons N sont néanmoins beaucoup plus petites que celles de la lumière. Mais si tous les corps ne peuvent être traversés par les ondes hertziennes pas plus que par les rayons X et N, pour les ondes de la pensée il ne doit y avoir aucune opacité non seulement à travers les parois de notre plan mais entre ce plan et les plans supérieurs. Il ne saurait exister en effet plus d'obstacles pour les ondes de la pensée qu'il en existe pour le souvenir... Assis à la table où j'écris, je *revois* en souvenir un endroit qui m'est cher, je le *vois* encore une fois, et ma pensée s'attarde dans cette contemplation, elle s'en absorbe à tel point que, lorsque je cesse de fixer ce lieu lointain et que je reprends ensuite le travail un instant interrompu, il me semble revenir vraiment d'un long voyage : j'éprouve même cette difficulté bien connue à rétablir le contact avec ce qui m'absorbait tout à l'heure, avant mon départ, comme si j'avais vraiment fait une longue absence. Si au lieu de revoir un endroit qui m'est cher c'est en pensée que je vais auprès d'un être aimé, mon regard intérieur suivra le même chemin, il se fera probablement le même processus ; au lieu de l'endroit revu ce sera un être que j'aurai visité, et faut-il s'étonner que sur les ondes de mon regard intérieur ma pensée soit parvenue jusqu'à lui et qu'il en ait eu une exacte et pleine connaissance? Mais la traversée de plusieurs plans peut-elle vraiment sembler irréalisable pour des ondes psychiques ? Y a-t-il encore quelqu'un qui ne la puisse concevoir?

Je n'ai jamais eu une idée plus nette de ce que peut être pour nous la traversée de plusieurs plans que

lors d'un voyage en chemin de fer. J'occupais un coin du wagon, du côté du couloir. En regardant la vitre de ce côté-là, je remarquai ceci : je pouvais découvrir sur cette vitre les moindres petits défauts ou les taches qui s'y trouvaient, et je ne voyais rien du couloir comme s'il se fût agi d'une surface dépolie ; en regardant *différemment* à travers la vitre redevenue transparente, je voyais le couloir; de la vitre du couloir située devant moi je découvrais les défauts et les taches comme j'avais vu ceux de la vitre de mon compartiment et qu'à présent *je ne voyais plus*, mon regard traversant cette vitre comme si elle n'eut pas existé ; en regardant *plus au-delà* et avec un regard *différent* je découvrais la campagne que nous traversions. Je pouvais aussi voir directement ce paysage sans cesse renouvelé sans me rendre compte que mes yeux traversaient les deux épaisseurs qui avaient été pour moi, tout à l'heure, deux véritables surfaces puisque, grâce à *la qualité* de mon regard, j'avais pu les rendre opaques et j'avais fait d'elles en la circonstance la limite volontaire de mon espace... Mais ce n'est pas tout. En regardant la vitre de mon compartiment *d'une certaine autre façon*, je ne voyais ni les taches et les défauts ni le couloir, je me voyais moi-même reflété dans le verre devenu un véritable miroir. Reflétée par ce miroir, je voyais la vitre à l'autre extrémité de la banquette — aucun voyageur ne l'occupait, — et à travers cette vitre qui aurait pu devenir à son tour une limite à mon espace, je découvrais la campagne sans cesse renouvelée par la vitesse de mon train.

N'avais-je pas traversé des plans différents qui avaient pu, grâce à mon regard chaque fois *autre*, devenir opaques ou transparents, selon mon desir ? Combien de surfaces aurais-je ainsi pu traverser ?

Pour les ondes de la pensée, il ne saurait exister plus d'obstacles que notre regard n'en rencontre dans la traversée d'une vitre transparente, et ces ondes doivent atteindre notre sens récepteur empruntant une voie qui appartient au quatrième espace. Nous avons ainsi répondu aux questions que je formulais tout à l'heure lorsque je demandais quelles étaient les vibrations, quelles étaient les ondes, quelle était la fonction en vertu de laquelle nous percevons ce qui vient du quatrième espace. Ce sont les vibrations émises, soit par un être de ce plan, soit par une entité d'un autre plan, mettant en état de dynamisme une certaine pensée ou un certain groupe de pensées. Ces vibrations créent des ondes qui atteignent avec une rapidité extraordinaire notre sens interspatial chargé de transmettre à notre Moi les perceptions venues du quatrième espace, et le siège de cette fonction interspatiale réside dans notre organe *ad hoc* qui est à la fois transmetteur et récepteur ; transmetteur des rayons visuels dirigés vers le quatrième espace et récepteur des communications de même essence. En montrant comme certaine l'existence de cette unique fonction interspatiale, nous aurons rendue nécessaire et certaine l'existence de l'organe approprié attendu que, ainsi que je l'écrivais au début de ce chapitre, toute fonction implique l'existence de l'organe où elle se localise.

Nous devons reconnaître que cette fonction est à sa première période de développement : s'il en est ainsi c'est que son organe est encore à l'état embryonnaire. Il ne dépendra d'ailleurs que de nous de le développer et ce sera par l'exercice de la pensée, et surtout par le choix des pensées appartenant à l'espace ayant au moins quatre dimensions.

Etant ainsi parvenus à l'admission de l'existence

de l'organe interspatial, pourrons-nous pénétrer plus avant dans l'étude de la question et essayer de découvrir où serait placé l'organe chargé des fonctions les plus spirituelles de notre vie psychique ?

Le corps humain peut être divisé en trois parties ou zones : extrémités inférieures et bassin (tronc inférieur), cage thoracique (tronc supérieur), tête ou masse cranienne. Le bassin est la zone appartenant à notre vie essentiellement humaine et terrestre : celle de nos fonctions digestives, intestinales, urinaires, et de nos fonctions reproductrices. Ce qui n'a pas été profitable à notre corps, les déchets, les toxiques, retournent à la terre. Nos fonctions reproductrices servent à la conservation de notre espèce comme les nourritures et les liquides assimilés et absorbés servent à la conservation de notre corps. La cage thoracique, zone de la vie affective et respiratoire, renferme le cœur et les poumons ; c'est-à-dire les organes les plus essentiels, le cœur qui est le centre même de notre être et les poumons qui nous apportent l'élément de vie indispensable, l'oxygène. Enfin, la masse cranienne, centre de la vie psychique et spirituelle. Or, nous voyons que la structure de notre corps, que son géotropisme, est tel que chaque organe est situé dans la zone où sa fonction doit s'effectuer : tous les organes se rapportant aux fonctions intestinales et génito-urinaires occupent le bassin ; ceux qui se rapportent à la vie respiratoire et au système cardio-vasculaire sont situés dans la partie supérieure du tronc ; le crâne contient enfin tous les organes si complexes de notre vie psychique. Donc, en bas, dans la direction de la terre, ce qui revient à la terre ; en haut, dans la direction de ce qui possède la plus faible densité, ce qui doit rejoindre l'éther. Il s'ensuit que l'organe interspatial qui doit être le plus spiritualisé

de nos organes puisque sa fonction est la plus spiritualisée, ne peut siéger que dans la masse cérébrale, centre de notre vie psychique. En vertu de notre géotropisme nous ne saurions en effet admettre que notre estomac occupât, par exemple, la place du cervelet, et que celui-ci put être le voisin immédiat de l'intestin grèle. Par conséquent, si nous voulons trouver notre organe interspatial, c'est dans la boîte cranienne qu'il faudra le chercher.

Lorsque nous concentrons notre pensée, les yeux restant ouverts, soit avec l'intention de scruter un champ encore inexploré ou de répondre à une question dans laquelle tout notre intuition doit être mise en jeu, soit pour lire en nous sur une ardoise vierge de tout tracé, soit encore pour méditer sur une pensée de laquelle doit naître un monde nouveau et que nous pressentons déjà, il se passe ceci : nous fixons un point quelconque devant nous que bientôt nous ne voyons plus, les objets situés dans cet espace disparaissent ou subissent une déformation géométrique, une douleur se fait sentir sur nos deux globes oculaires comme si une pression agissait sur eux, la douleur s'étend à droite et à gauche vers les temporaux, il nous semble alors que nos yeux ne voient plus, et, en effet, ils ne voient plus ; ce qui voit et nous *paraît* voir c'est la partie frontale située entre les deux yeux, un peu au-dessus des arcades sourcillières, exactement en continuation de l'arête du nez, là où notre front subit une dépression plus ou moins prononcée selon les individus : nous *croyons voir* alors avec notre front, avec cette partie de notre front que je viens d'indiquer ; nous éprouvons du reste une sensation bien nettement définie : nos yeux ne voient plus, ils sont attirés, ils convergent vers un point central unique qui est seul à regarder ; nous

commençons à éprouver alors cette sorte de somnolence, d'engourdissement (1) dont je parlais à propos de la prescience et de la voyance ; la douleur conti ue à se faire sentir et se transmet parfois aux muscles zygomatiques.

Ce point vers lequel converge notre vue binoculaire pour se convertir en vue monoculaire ne serait-il pas le siège de l'organe interspatial ? Situé à égale distance des deux globes oculaires, ne serait-il pas le mieux indiqué pour recevoir les ondes venues du quatrième espace ? Placé au centre de l'os frontal, il serait directement en rapport avec les lobes de cette même région frontale. Or tous les neurologistes sont d'accord pour attribuer aux lobes frontaux les fonctions psychiques les plus élevées. Dans la *Revue Neurologique*, 1900, p. 1079, il est dit que Bianchi discutant la théorie de Fleschig, « donne la plus grande importance aux lobes frontaux qui recevraient les produits élaborés dans les centres de perception et transmettraient la synthèse directrice des actes à la zone motrice. » Deleni, également dans la *Revue Neurologique* 1901, p. 96, écrit à propos d'une observation de Gliome des deux lobes frontaux de Francesco Burzio, (Annali de Frenelogia e Scienze affini, 1900) qu'elle « donne une nouvelle confirmation à la théorie qui localise dans les lobes frontaux les processus psychiques les plus élevés ».

Si l'organe percepteur des vibrations venues du quatrième espace qui est en même temps le siège de la vue interspatiale c'est-à-dire de la fonction la plus

(1) « Comprends-tu, pauvre cher éprouvé, que, sans les engourdissements, sans les voiles du sommeil, de tels spectacles emporteraient et déchireraient ton intelligence, comme le vent des tempêtes emporte et déchire une faible toile et raviraient pour toujours à un homme sa raison. » Séraphita. H. de Balzac.

spirituelle de notre âme, si cet organe existe, et il doit exister, il ne peut être situé que dans la région frontale, d'abord à cause du pressentiment infaillible qui nous fait attribuer à la clarté de certains fronts humains la plus noble et la plus pure des missions spirituelles, ensuite à cause du voisinage des lobes frontaux dans lesquels, je le répète, doivent être localisés « les processus psychiques les plus élevés. » Mais s'agit-il là, pour ce qui concerne le sens interspatial, d'un organe proprement dit ou d'une région plus sensible que toute autre et capable d'être impressionnée par des ondes que nous appellerons psychiques ne disposant actuellement d'un terme plus exact ou encore interspatiales attendu qu'elles traversent les plans qui séparent notre espace des espaces supérieurs ? S'il s'agissait d'un organe défini il ne faudrait toutefois pas s'étonner qu'aucun neurologiste ou physiologiste ne l'ait encore découvert. Souvenons-nous en effet qu'en étudiant les canaux semi-circulaires du labyrinthe de l'oreille nous avions constaté que chaque canal occupe le plan dont il reçoit les sensations venues de cette direction. Le vertical reçoit les sensations verticales, l'horizontal, les perceptions horizontales, le sagittal, les perceptions sagittales : chaque canal occupant une des trois dimensions de l'Espace. Or l'être qui ne sera doué que de deux dimensions de l'Espace, l'être-plan par exemple, ne connaîtra pas la verticale et tout ce qui occupera cette troisième dimension ne pourra être perçu. Il doit en être de même pour l'organe interspatial. Etant destiné à recevoir les perceptions de ce qui vient du quatrième espace, il devra occuper le quatrième espace tout comme le canal vertical, qui est l'organe destiné à recevoir les perceptions venues du plan ver-

tical occupe ce plan vertical. Mais nous ne pouvons pas voir le quatrième espace dans lequel devrait se trouver l'organe percepteur de la quatrième direction spatiale. Pourtant il existe là, cet organe, quoique nous ne le voyions pas : pour le découvrir il faudrait être doué de la quatrième dimension. Pouvons-nous nous étonner de ne pas découvrir une chose située devant nous alors que nous vivons au milieu de choses que nous ne voyons pas ? Nous savons que la plus grande partie du spectre solaire est formée de rayons situés dans la région de l'infra-rouge qui nous sont invisibles et qui vont pour la lumière solaire jusqu'à 5 μ. Nous savons aussi que nous sommes entourés d'éther dont personne ne peut mettre en doute l'existence quoique nous ne le percevions pas. Nous ne percevons d'ailleurs qu'une partie infinitésimale de ce qui est dans l'Espace ; nous sommes circonscrits de ténèbres bien que la lumière qui est en nous soit si blanche ; et vraiment le corps est aveugle : pourtant notre Esprit, qui a des ailes, nous montre parfois un chemin que nous n'avions jamais vu au bout duquel une douce et lumineuse plage s'éclaire... Mais combien de difficultés avant que de l'atteindre ! Et néanmoins, il suffit que le premier rayon de cette clarté plagiale nous ait touché pour que le chemin soit aussitôt bordé de roses et d'aubépines et que la lampe qui éclaire nos nuits sans étoiles ait nom : Certitude.

Quoiqu'il en soit, qu'il s'agisse d'un organe proprement dit ou d'une zone de perception susceptible de fonctionner comme un organe défini, il n'en est pas moins plausible que cet organe ou cette zone doit siéger au milieu de l'os frontal en proximité des lobes cérébraux les mieux indiqués pour remplir une si haute fonction psychique. On ne pourra pas nous ac-

cuser de nous laisser aller à d'inutiles divagations si nous considérons nécessaire de trouver l'organe qui nous met en communication avec ce qui occupe la quatrième dimension de l'Espace étant donné que, depuis des siècles, les rapports et les communications éventuelles entre le corps et l'âme (ou esprit) ont intéressé vivement les plus grands penseurs. Du Bois Reymond a écrit : « Peu de problèmes ont fait l'objet de réflexions plus persévérantes, d'écrits plus nombreux, de polémiques plus acerbes, que celles des relations entre l'âme et le corps de l'homme. »

Parmi tous ces penseurs nous ne parlerons que de Descartes qui, en vue de trouver la solution anatomique du problème, chercha le point du corps humain (par conséquent l'organe) où s'établirait le contact entre l'être et l'Esprit, c'est-à-dire entre le visible et l'invisible. Ce problème présente une certaine affinité avec celui que nous essayons de résoudre au cours de cet ouvrage. Selon Descartes donc, l'organe qui mettait en rapport le corps et l'âme était la glande pinéale située dans le cerveau. Nous allons voir avec quelle merveilleuse intuition ce philosophe localisait dans la glande pinéale une si haute fonction ; ceci montre encore une fois que l'homme de génie est toujours un « voyant. »

Nous avons encore à parler ici de de Cyon car ce savant ne pouvait manquer de s'intéresser au rôle physiologique de l'hypophyse et de la glande pinéale : il fit en effet une communication à l'Académie des Sciences de Paris en 1907 sur les fonctions de ces deux glandes. La presque totalité de ses recherches avait déjà été du reste publiée dans « Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie ». Il résume ainsi dans « Dieu et Science », p. 209, les parties les plus essentielles et les principaux résultats obtenus.

« L'hypophyse assure l'autorégulation de la pression sanguine intra-cranienne, et veille à la sécurité du cerveau, comme à l'accomplissement efficace de ses fonctions vitales et psychiques. Elle remplit ce rôle en préservant le cerveau de tout afflux sanguin dangereux à l'aide d'un système d'écluses dont les glandes thyroïdes sont les plus importantes. La portion glandulaire de l'hypophyse produit deux substances actives qui conservent le système cardio-vasculaire dans un bon état d'activité. L'une de ces substances, l'hypophysine, agit en augmentant considérablement l'intensité des battements cardiaques ; elle constitue en outre un antidote puissant de l'atropine et de la nicotine. L'hypophyse entretient l'excitation tonique des nerfs inhibiteurs du cœur. Grâce à ces substances actives qui maintiennent l'action des nerfs sympathiques et pneumo-gastriques, elle règle les échanges nutritifs des tissus et la sécrétion de plusieurs glandes. Elle possède encore la propriété de produire l'excitation des organes génitaux et urinaires. Par son action régulatrice, l'hypophysine favorise puissamment le développement et la croissance des tissus et tout particulièrement des tissus osseux. Les affections, et même les simples troubles fonctionnels de l'hypophyse, produisent certains complexus morbides, organiques et psychiques, presque toujours incurables et souvent mortels. La destruction subite de l'hypophyse ou son extirpation totale est suivie d'un état comateux, d'une perte de la conscience, et aboutit fatalement à la mort dans l'espace de quelques jours. La glande pinéale exerce principalement une action mécanique en réglant, par l'intermédiaire de l'aqueduc de Sylvius, l'afflux et le reflux du liquide cérébro-spinal. La nécessité de maintenir, dans la cavité cranienne, l'équilibre entre

la quantité de sang et celle du liquide cérébro-spinal, détermine naturellement un fonctionnement concordant de l'hypophyse et de la glande pinéale. Enfermée dans une capsule à parois rigides, et excessivement sensible aux moindres changements de pression, c'est très probablement l'hypophyse qui dirige le fonctionnement de la glande pinéale. » M. de Cyon terminait sa note par cette conclusion que «l hypophyse paraît être destinée à remplir, dans une certaine mesure, le rôle que Descartes avait assigné à la glande pinéale. »

Le savant nous fait en outre observer que « de même que tous les organes des sens périphériques, le labyrinthe est situé dans la partie la moins accessible du crâne, de même, l'hypophyse enfermée dans une capsule rigide située à la base du crâne, sur la selle turque,est de tous les organes cérébraux le mieux abrité. Des conditions morphologiques extraordinaires ont donc été créées pour assurer à ces deux organes privilégiés un fonctionnement régulier. »

De toutes les recherches de de Cyon il résulte que l'hypophyse est *en réalité un foyer central qui domine* les fonctions vitales les plus importantes et qu'on peut la considérer comme le véritable *siège de l'âme vitale*, au sens que les philosophes anciens attachaient à ce mot.

Elie de Cyon cite à propos de ses propres études sur l'hypophyse et la grande pinéale un ouvrage paru à Vienne en 1839 sous forme de thèse avec ce titre : Uber den Hirnanhang und den Trichter, dans lequel l'auteur, Joseph Engel, fait un tableau général des désordres psychiques qui résultent des affections de l'hypophyse et passe en revue, au début du travail, toute la littérature sur les maladies de l'hypophyse pendant les deux siècles précédents. Citons-

en ce passage important : « Les facultés psychiques supérieures, consistant dans la formation de concepts, de jugements, de déductions, sont rarement atteintes dans les troubles psychiques d'origine hypophysaire, et jamais au début de la maladie... Les rapports entre l'hypophyse et les facultés psychiques inférieures paraissent plus étroits : la mémoire baisse, les représentations d'ordre inférieur qui concernent l'état corporel, qui en dérivent et réagissent sur lui, accablent progressivement le sujet : l'imagination toujours en éveil normalement et qui n'est liée ni au temps ni à l'espace se trouve, pour ainsi dire, emprisonnée dans l'enveloppe terrestre malade et n'est plus capable ne prendre son essor comme autrefois. Ainsi se produisent les troubles de l'esprit qu'on observe si fréquemment dans les anomalies des organes annexes du cerveau, celles-ci étant souvent, à leur tour, consécutives aux troubles de l'esprit. »

Il nous reste à parler, avant d'abandonner la question de l'hypophyse et de la glande pinéale, d'une des conséquences principales du retour périodique de l'état inconscient et de la somnolence persistante constatés parmi les symptômes des affections hypophysaires : ces disparitions périodiques de la conscience, ainsi que le fait très justement remarquer de Cyon, s'observent normalement chez l'homme t les animaux et constituent le sommeil. « Le sommeil normal repose en effet en grande partie sur certaines oscillations de la pression sanguine qui se manifestent chez l'homme par des changements survenant dans le calibre des vaisseaux cérébraux. Mais la pression sanguine étant réglée par l'hypophyse, il est permis de supposer que le sommeil est un phénomène qui dépend du fonctionnement de l'hypo-

physe et de la glande pinéale... Une diminution de l'activité hypophysaire pendant le sommeil doit se manifester par un reflux moins rapide du sang des vaisseaux cérébraux, donc par une certaine augmentation de la masse sanguine dans la cavité cranienne. Or, toute stase sanguine dans le cerveau, arrivée à un degré déterminé, diminue forcément l'activité d'un certain nombre de cellules ganglionnaires... Deux facteurs peuvent donc agir concuremment pendant le sommeil pour affaiblir ou suspendre le fonctionnement psychique des cellules ganglionnaires et pour troubler éventuellement, dans le trajet, l'action de leurs fibres d'association. Ces deux facteurs, l'augmentation de pression dans les vaisseaux et la diminution de tension dans les cavités cérébrales, dépendent directement du mode de fonctionnement de l'hypophyse et de la glande pinéale. »

Il se peut que je me sois trop attardé sur la question de la glande pinéale de Descartes, mais si je l'ai fait, c'est à cause du haut intérêt qu'elle éveille au double point de vue scientifique et spirituel (et l'un ne va pas sans l'autre), et aussi parce qu'il m'a semblé nécessaire de montrer que la pensée de vouloir résoudre anatomiquement les problèmes les plus spirituels avait toujours germé dans le cerveau des grands philosophes et qu'il n'est pas présomptueux de chercher à découvrir — à présent que la fonction a été prouvée — l'organe nous faisant communiquer avec le quatrième espace et chargé de recevoir les émanations fluidiques émises par les pensées qui nous sont transmises par cette voie invisible. Notre corps doit probablement posséder à l'état latent un très grand nombre d'organes insoupçonnés qui ne demanderont qu'à se développer dès que notre besoin spirituel

s'en fera sentir, c'est-à-dire dès que notre évolution spirituelle en éprouvera l'impérieux besoin.

Auprès de l'enthymème cartésien « Je pense, donc je suis », on peut placer l'axiome péripatéticien. « Nihil est in intellectu quod prius non fuerit in sensus », proclamant que rien n'est dans notre entendement qui ne trouve sa source dans les sens. Ne pourrions-nous proclamer à notre tour que toutes nos possibilités d'amplifier la connaissance spatiale existent à l'état latent dans notre organisme à la disposition de notre Moi supérieur ?

De récentes études sur les aveugles (1), montrent que ceux qui sont doués d'intelligence et de volonté peuvent affiner les sens restants plus et mieux que ne le peuvent les aveugles chez lesquels la volonté et l'intelligence sont moins développées. Si la volonté, donc, et l'intelligence de certains aveugles peuvent développer les autres sens, ce qui leur permettra d'atteindre à une connaissance plus vaste de l'espace qui les entoure, n'en serait-il pas de même pour tous ceux qui éprouvent l'angoisse de leur cécité dans un espace qu'ils considèrent trop étroit comparé à celui qu'ils pressentent ?

Ne pourraient-ils, comme les aveugles, amplifier au moyen de leur volonté et de leur mental la connaissance d'un espace limité aux pouvoirs de leurs cinq sens ?

Mais pour en revenir à ce qui concerne l'étude de la fonction interspatiale, étant donné qu'il a été établi que cette fonction existe en nous dans des conditions plus ou moins rudimentaires et que c'est probablement à la suite de la nécessité qu'en éprou-

---

(1) Voir la *Revue scientifique*, 13-20 octobre 1917. *Les fonctions sensorielles des aveugles*, par Melle., le Dr J. Ioteyko.

vait déjà notre Esprit et au moyen de la volonté que l'organe s'est développé, il ne resterait donc plus qu'à trouver le siège de cet organe, c'est-à-dire le siège de la vue intérieure. L'inéluctabilité de l'organe de la vue intérieure a dû déjà s'imposer à l'attention des premiers pélerins des espaces invisibles. M. Camille Flammarion dans une très intéressante étude publiée par *La Revue*, n^os du 15 septembre et du 15 octobre 1917) intitulée « La vue sans les yeux » fait un exposé de nombreux cas de télépathie, voyance, prescience, etc : « Les observations qui viennent d'être présentées prouvent sans contestation possible que, dans certaines circonstances, l'homme voit sans l'exercice normal de son organe visuel, en pleine obscurité, les yeux hermétiquement bouchés par des obstacles imperméables, à travers son corps ou dans celui d'un autre, en un livre d'une bibliothèque, dans une maison lointaine et même dans l'avenir. » Il cite trente cas différents, et il ajoute : « Ces trente observations différentes, concluantes, chacune en ce qui la concerne, d'ordres divers, s'appliquent les unes à la vue traversant les obstacles, d'autres à la vue en pleine obscurité, d'autres à la transmission de la pensée, à la télépathie proche ou lointaine, d'autres à des facultés encore inexplorées, toutes à ce que nous pouvons appeler la cryptoscopie, nous ouvrent un champ d'études d'une vaste ampleur. » Il écrit un peu plus loin cette phrase que je ne transcris pas sans un très vif plaisir et dont je souligne les dernières paroles : « On avouera que ce sont là des observations variées fort différentes qui prouvent toutes le fait de la vue par l'esprit *ou par une faculté cérébrale indépendante de la vue normale.* » Je suis heureux de partager l'opinion de l'illustre savant, et je me permets de répondre à la question

qu'il nous pose en terminant son intéressant article : «La vue sans les yeux étant prouvée, quel est l'élément en jeu dans cette action ?» Je me permets, dis-je, de répondre à sa question.

Puisqu'en effet la vue sans les y ux est prouvée, c'est-à-dire puisque la fonction qui nous permet d'atteindre par la voie du quatrième espace ce qui occupe cet espace aussi bien sur notre plan régi par un système euclidien à trois dimensions que sur les plans supérieurs à au moins quatre dimensions, puisque cette fonction existe et qu'elle est prouvée, il faut que l'organe approprié où se localise cette haute fonction psychique existe également, et s'agissant d'une fonction cérébrale, son organe devra être placé en contact immédiat avec le cerveau et précisément avec les lobes frontaux, recevant, au travers de l'os frontal, les ondes psychiques ou interspatiales, et permettant en même temps à la vue intérieure de pénétrer l'opacité de la matière lorsque notre Moi se tro ıve dans certaines conditions requises ; véritable organe de la pensée supérieure, dont le développement apportera une considérable amplification de notre horizon spatial aussi bien pour l'amélioration de notre vie physique et terrestre que pour l'élargissement et l'évolution de notre vie morale et spirituelle.

CHAPITRE III

L'ÊTRE NOUVEAU

« Il faut donc premièrement être homme, ensuite être Dieu ».
HIÉROCLÈS.

« Car le Ciel est dans l'homme et ceux qui ont en eux le Ciel viennent vers le Ciel ».
Emmanuel SWEDENBORG.

Le sens interspatial vient d'être démontré par l'existence de certaines fonctions mentales et spirituelles. Ces fonctions, comme toute fonction, nécessitent un organe approprié, et le sens interspatial étant éminemment spirituel et intérieur et par conséquent invisible, doit avoir nécessairement pour siège un organe invisible. Le sens d'orientation du pigeon voyageur comme tant d'autres problèmes scientifiques déroute le physiologiste autant que le philosophe, et nous serions tentés de les considérer insolubles si nous ne pensions que tout mystère sera probablement éclairci un jour par celui qui possédera la lampe faite pour éclairer *cette* ombre. La Science qui n'a pu découvrir quel est le siège de l'organe spécial permettant au pigeon voyageur de s'orienter à

grande distance doit reconnaître que, ignoré parce que peut-être invisible, cet organe n'en existe pas moins puisque la fonction existe.

Le sens interspatial ou vue intérieure qui donne aux êtres (ou plutôt à certains êtres) la faculté de parcourir les chemins invisibles qu'aucun pied humain n'a jamais foulés, de parvenir à des buts certains, qui permet d'atteindre à des régions de l'âme humaine qu'aucun regard terrestre n'a pu effleurer, qui accorde le privilège miraculeux d'établir un contact avec des Esprits appartenant à des sphères de différentes densités et d'aborder à des grèves qu'aucun océan n'a jamais baignées de ses flots, ce sens intérieur que j'ai nommé, à cause de ce miraculeux privilège, le sens interspatial, existe, de même que le sens spécial du pigeon voyageur (l'homme ne serait-il pas un divin pigeon voyageur né pour franchir les espaces spirituels les plus lointains ?), et ce sens interspatial doit avoir son organe invisible, comme le sens spécial du pigeon voyageur doit posséder le sien. Le sens interspatial — nous l'avons vu dans le premier chapitre de cette troisième partie qui lui est dédiée et que je me suis permis de nommer « La Science interspatiale » — se développe par l'exercice de la pensée, et le développement de tout sens se fait parallèlement au développement de son organe. Voilà donc le sens interspatial établi ; voilà son organe certain, quoique invisible ; voici l'Être.

Le sens interspatial est une faculté. Est-ce à dire que cette faculté n'est octroyée qu'à ceux qui la méritent ? Toute faculté est un don, mais le don le plus haut est-il accordé au plus digne ? S'il nous était possible d'établir une évaluation infaillible, saurions-nous affirmer que la plus belle voix ait été possédée

par le chanteur le plus musicien ou que le plus beau talent ait été donné à l'âme la plus artiste ? Être le mieux doué est-ce avoir le plus de mérite ? Il faut juger un être d'après l'usage qu'il fait de ses facultés, et non d'après le nombre ou l'importance de ses facultés : l'homme riche ne saurait être respecté à cause de ses richesses mais selon l'usage qu'il en fait. L'homme, en un mot, doit être jugé d'après sa vie. La vie d'un être établit elle-même son équilibre moral. Donc, le sens interspatial étant une faculté, celui qui le possède devra s'en montrer digne, car il faut qu'il y ait équilibre entre cette faculté et sa vie, et de même, celui qui étant digne de le posséder ne le possède pas, devra, pour qu'il y ait en lui équilibre spirituel, l'acquérir, et nous savons par ce qui a été dit sur la Pensée et la Volonté quels sont les chemins qui conduisent à cette possession.

L'être qui possède ce sens et qui s'en montre digne, ou celui qui en est digne mais ne le possédant pas sait l'acquérir, ou encore celui qui ayant su s'en rendre digne parvient à cette acquisition, cet être dis-je, est vraiment un être supérieur.

Nous avons vu dans le chapitre sur la Pensée et la Volonté que l'être vaut ce que valent ses pensées, que son évolution se fait parallèlement au développement de ses pensées les plus hautes, les plus nobles, les plus fortes, les plus susceptibles d'accroître sa personnalité morale, et que la Volonté est l'arme la mieux faite pour cette ascension spirituelle. La Volonté possède sur l'âme humaine une action certaine et l'âme humaine a plein pouvoir sur le corps au moyen de la pensée. La Pensée, qui acquiert sous l'action de la Volonté un véritable état dynamique, pénètre à la façon d'un courant dans la matière malléable de l'homme et crée en lui un état nou-

veau, et tout état forme un ensemble organisé qui implique l'existence d'organes répondant aux nécessités requises par cet état. Les organes physiques répondent en effet aux besoins physiques des êtres, et, en vertu de la loi des correspondances, les besoins spirituels d'un état spirituel donné impliquent l'existence d'organes appropriés à cet état. L'être dont l'évolution a rejoint un certain degré sur l'échelle des densités *doit* éprouver le *besoin* du sens interspatial pris dans son acception la plus vaste. Or nous savons que le besoin crée l'organe et, par conséquent, et toujours en vertu des lois de la correspondance, l'être appartenant à un état spirituel donné éprouvera le besoin spirituel inhérent à cet état, et comme le besoin crée l'organe, le besoin spirituel requis par un état spirituel créera nécessairement l'organe. Tout être est pourvu des possibilités de se mouvoir dans son espace spirituel ou s'il ne les possède pas il doit en ressentir fatalement le besoin, et c'est au moyen de la volonté que se fera l'acquisition de ces possibilités.

Le Problème de l'Espace, ai-je dit dans l'Introduction de cette Troisième Partie, se réduit à une question d'organes : nous pouvons à présent ajouter à cela que s'il est vrai que l'homme vaut ce que valent ses pensées, l'homme doit valoir également ce que valent ses possibilités, car plus l'état occupé par un être est élevé et plus nombreuses seront les possibilités de se mouvoir dans l'Espace correspondant à cet état, et par conséquent un être vaut ce que valent ses possibilités, c'est-à-dire ses organes, et plus nombreux et perfectionnés seront ses organes et plus vaste sera l'espace correspondant à l'état de cet être. Les organes devant être acquis par l'action d'une force — la volonté — en vue de la possession

d'un espace donné nous amènent à la considération de la lutte contre l'Inerte. Qu'est-ce en effet qu'un corps inerte ? C'est celui qui ne peut se mouvoir dans aucune direction. Mais ce corps ne possède t-il pas en lui une force qui voudrait se répandre et qui souffre d'être limitée de tous côtés par des surfaces étanches au travers desquelles elle ne peut pratiquer aucune ouverture ? Ce corps, habité par une force enchaînée, nous pouvons l'envisager comme un être à zéro dimension. Toutefois, à la longue, l'action de cette force n'arrivera-t-elle pas, en se localisant sur un point déterminé, à percer une de ces surfaces et à communiquer de la sorte avec le monde extérieur ? Or, qu'est-ce qu'un être à zéro dimension sinon celui qui est maintenu fixe par tous ses points, et son rayon d'action sera zéro ? Il n'aura pas d'espace. Qu'est-ce qu'un être à *une* dimension sinon celui qui est maintenu fixe par tous ses points sauf par un seul ? Ce point unique sera tout son rayon d'action : ce sera tout son espace. Qu'est-ce qu'un être à deux dimensions sinon un être maintenu fixe par tous ses points sauf par deux points ? Ces deux points constituent son rayon d'action ; et ce sera tout son espace. Qu'est-ce qu'un être à trois dimensions sinon celui qui est maintenu fixe par tous ses points sauf par trois points qui constituent tout son rayon d'action, et ce sera tout son espace ? Qu'est-ce qu'un être à (n-1) dimensions sinon celui qui est maintenu fixe par un seul point et (n-1) points représenteront son rayon d'action et ce sera tout son espace ? Mais qu'est-ce qu'un être à *n* dimensions sinon l'Être possédant *n* points qui constituent son rayon d'action ? Or, *n* points c'est *n* espaces, et *n* espaces c'est l'Espace, et Dieu Seul possède l'Espace.

Cette force qui agit en se localisant sur un point

déterminé et parvient à percer la surface, ne serait-ce pas la volonté de l'être qui parvient à acquérir, en se localisant, la *possibilité* qu'il sent nécessaire à sa vie, à la vie de son état spirituel ? « Gutta cavat lapidem ». La force perce la surface. *La volonté créera l'organe.*

Mais revenons à l'être supérieur tel que nous devons le considérer, c'est-à-dire possédant le sens interspatial et en étant digne. Comme tout être ayant rejoint un point culminant sur l'échelle spirituelle, il connaît ses devoirs et ses droits envers soi-même, il connaît ses devoirs et ses droits envers son prochain. Mais chez notre être supérieur la connaissance de ces devoirs et de ces droits n'est-elle pas amplifiée de par la possession du sens intérieur ? Son champ d'action n'est-il pas considérablement plus étendu ? Peut-il faire partie des êtres doués de trois seules dimensions spatiales ? La vue intérieure qui va, nous le savons, au-delà du troisième espace et par des moyens qui n'appartiennent plus à cet espace, ne lui confère-t-elle pas une place privilégiée au-dessus des êtres à trois dimensions ? A quel espace appartiendra-t-il donc dorénavant ?

L'être doué du sens intérieur participe à la vie de deux mondes : tantôt sur ce plan tantôt hors de ce plan, la substance fluidique de son mental possède une impondérabilité analogue en quelque sorte à celle de l'éther. Cette impondérabilité éthérique confère à son mental supérieur les propriétés du quatrième espace. Pouvant donc s'élever au-dessus de notre espace, l'être pourvu du sens interspatial voit toutes choses non seulement d'un point spécial situé hors de notre espace mais d'un *regard* spécial traversant les parois spirituelles auxquelles se heurtent habituellement tous les regards et qui semblent marquer

les confins d'un monde. Cet être supérieur s'élève instantanément vers ce point spécial et avec la même aisance avec laquelle un être du troisième espace franchit la limite qui sépare cet espace du deuxième, et inversement. A vrai dire, il n'existe pas de limite à franchir entre un état et un autre état pour celui qui a le pouvoir de passer de l'un à l'autre. *La limite est en nous.* L'être-plan, nous l'avons vu, ne conçoit pas le passage vers un monde à trois dimensions, son état d'être à deux dimensions lui imposant cette limite et *il est ce qu'est son état.* Il en est de même pour la presque totalité des êtres de ce plan qui ne conçoivent pas encore le passage vers le quatrième espace quoique ce passage soit franchi bien souvent et peut-être même inconsciemment par ceux-là qui l'ignorent ou qui le nient. L'être supérieur occupant ce point invisible et intérieur hors de notre espace, et possédant la vue spéciale, considérera ses devoirs et ses droits envers son prochain et envers lui-même dans le sens de la quatrième dimension, c'est-à-dire qu'il aura de son horizon spirituel une vision infiniment plus vaste et plus profonde que celle dont sont doués les êtres exclusivement de ce plan, un *horizon autre*, et si son horizon spirituel est autre, autre sera toute sa vie spirituelle. Car, indépendamment des facultés inhérentes à la vue interspatiale dont il a été question dans le précédent chapitre, l'être supérieur voit plus au fond dans les sentiments et au-delà des actions de toute âme humaine, qu'il s'agisse de la sienne ou de celle des créatures qu'il approche, et puisque sa fonction visuelle et son point de vision sont autres, autre sera son jugement, et sa morale, s'écartant bien souvent de la morale courante, sera bien souvent incomprise, car ce que les hommes comprennent le moins est ce qui ré-

side hors d'eux-mêmes : on ne comprend que ce que l'on est digne de comprendre ; mais qu'importe si l'être supérieur n'est pas toujours compris : il le sera certainement un jour par quelques-uns, puis, beaucoup plus tard, par tous.

Que m'importe l'incompréhension, même totale, si je sais que je suis dans le vrai ? En aimerai-je moins pour cela l'humanité qui souffre ? Irai-je chercher asile, comme un aigle blessé, dans la solitude d'une caverne, sans autre aliment que mon orgueil brisé, et, nouveau prophète incompris, laisserai-je se creuser sur mon visage les rides classiques de l'amertume et mon sourire s'imprégnera-t-il de cette tristesse chère aux natures résignées mais atteintes d'impuissance spirituelle ? Quel pouvoir aurait sur moi l'incompréhension de la masse *si je ne demande rien?* Qu'exige le chant le plus ineffable d'un rossignol musicien qui ne chante que pour lui ? Et s'il savait que sa voix a tenu mon cœur en suspens *le comprendrait-il?* L'incompréhension de la foule ne peut atteindre celui qui ne se dirige qu'à la clarté de son étoile intérieure, qui ne veut rien en échange des rayons qu'il aura su capter afin de pouvoir désaltérer plus tard les voyageurs assoiffés de clartés sidérales. S'il possède le pouvoir de concentrer dans son esprit les préceptes, les enseignements, les rythmes spirituels inconnus, les parfums jamais respirés, les ondes jamais mesurées, les harmonies jamais entendues ; s'il peut du rivage auquel nul étranger n'a jamais abordé avant lui rapporter une floraison d'essences nouvelles ; s'il sait de ce trésor lentement et radieusement acquis créer un monde spirituel homogène et l'offrir après en avoir compris et pesé les richesses infinies, de son geste et de son verbe ; si tel a été le chemin parcouru par son esprit au cours de ses

recherches vers les régions insondées, si tel a été le trésor dont se sont chargés les vaisseaux de son âme, si tel a été le temple lumineux dont chaque colonne exprimait une pensée vierge et profonde, si telle enfin a été son œuvre bâtie sur la perspicacité et la clair voyance de chaque heure, que pourrait donc signifier l'incompréhension, le sourire et le mépris des foules pour un semblable Donateur ? Son visage ne connaîtra d'autres rides que les sillons creusés sur son front lumineux par la contemplation assidue des espaces supérieurs et par la clarté éblouissante des nouveaux phares. Etant tout amour et ignorant la haine, il demeurera solitaire peut-être parmi les *autres*, mais avec sa lampe spirituelle toujours allumée, et nourri d'espérance.

Telle sera l'attitude de l'être vraiment supérieur : elle ne pourra que s'imposer à la longue à tous ceux qui se seront approchés, même hâtivement, d'une si haute personnalité, et chacun comprendra un jour que ce rapide et vivifiant contact a laissé en lui un parfum indéfinissable, qu'il a fait jaillir un premier rayon d'aurore. Car la Religion de l'être supérieur tel que je l'entends est toute résumée dans ces deux préceptes qui n'en forment qu'un. Pour ce qui le concerne : développer son élément spirituel au moyen de la sélection des pensées afin d'attirer sans cesse son esprit vers le Divin. Pour ce qui concerne son prochain : développer l'élément le plus supérieur de chaque être au moyen des pensées les mieux faites pour accroître la personnalité morale de chacun afin d'élever sans cesse cet esprit vers les sphères supérieures.

C'est en appliquant ce précepte que nous pouvons élever ceux qui veulent s'élever : quant à ceux qui n'y songent pas encore, qui ne connaissent pas encore

la divine soif spirituelle qui devient plus ardente à mesure que nous nous désaltérons, un jour, une certaine pensée plus lumineuse à leurs yeux que toute autre, possédera le pouvoir magique de faire naître dans leur âme novice la merveilleuse nécessité de l'ascension.

Tel est le précepte capital, véritable canon de vie spirituelle, de l'Esprit supérieur, vraie Religion de l'Humanité devant être divinisée, synthèse des Religions les englobant toutes ; car, invisible et pourtant visible, sans rite ni culte, elle n'agit que sur la Pensée et au moyen de la seule Pensée, en vue d'un but unique : élever *tous* les êtres vers les sphères les plus hautes, les aimanter dès cette vie, vers la Pure Divinité Spirituelle Religion autant que Science, Science autant que Religion, vaste conception de la Pensée sans limite, grande chaîne faisant communiquer sans défaillance les cellules rudimentaires aux états les plus divinement organisés, réunissant les parties à l'unité et les unités à l'Unité initiale, sublime Symphonie des Ames, flux et reflux de l'Ether vivant qui traverse l'Univers gouverné par les Lois éternelles des Densités et des Rythmes !

La Morale de l'Être supérieur, écrivais-je tout à l'heure, sera parfois incomprise car elle s'écarte souvent de la Morale courante.

C'est qu'en effet l'Esprit supérieur voyant au-delà des actions et des gestes devra nécessairement juger non ces actions et ces gestes mais leurs résultats spirituels, et il en résultera que sa conception de la Justice basée sur l'Amour sera tout autre que celle de la justice basée sur la sanction. Une seule chose existe pour l'Esprit supérieur : le but terminal à atteindre, c'est-à-dire l'état devant être rejoint.

L'esprit vraiment supérieur ne saurait en effet

considérer les actions humaines comme exclusivement telles ne les jugeant qu'au point de vue de la stricte justice humaine. Toute action crée en nous un état qui, appartenant au domaine de la conscience supérieure, sort des limites des sanctions terrestres et échappe désormais au contrôle de ses juges et de ses lois. Si l'on considère l'œuvre spirituelle ou morale accomplie par certaines actions, on serait porté à croire qu'elles se sont imposées à ceux qui les ont commises et que la destinée spirituelle des êtres les oblige, à un certain moment de leur vie, d'accomplir le geste qui doit créer dans leur âme un mouvement destiné à les amener à un état qui marquera un point sur l'échelle que tout être doit gravir et qui est comme le tracé de son évolution spirituelle. Nous ignorons en effet l'importance du plus petit des gestes que nous faisons, comment pourrions-nous juger celui qui jaillit d'un être au moment où l'équilibre de son Moi se brise ? — L'Esprit vraiment supérieur ne doit voir dans toute action humaine que l'état spirituel auquel a été amené celui qui l'a commise. A chaque point de la gamme humaine correspond un point de la gamme spirituelle, et l'Esprit supérieur qui a habitué son œil interne à considérer ces deux points parallèles mais qui occupent deux plans différents, l'un étant la cause, l'autre, l'effet ; cet Esprit supérieur seul, grâce à son état, jugera supérieurement l'action.

Comment se fait-il que certains gestes nous semblent avoir été accomplis par *d'autres* tant ils paraissent distants de la nature de ceux qui les ont réellement accomplis ? Se peut-il que l'être le plus doux et le plus patient se rende coupable, tout à coup, de l'acte le plus brutal et de la façon la plus consciente et la plus froide ? Se peut-il que l'être

pourvu de ce que l'on nomme « un caractère » soit tout à coup devant certains événements d'une faiblesse et d'une malléabilité extrêmes ? Que l'Être supérieur suive les deux processus différents qui vont naitre de ces deux actions différentes : du geste brutal de l'un, du geste faible de l'autre. Nous venons de poser les bases de cette loi essentielle : « L'action ne compte pas ; l'état mental et spirituel dérivé de cette action seul importe ».

Que m'importe en effet si un être médiocre qui garde en lui un mystère que nul ne saurait résoudre — et tout être garde son mystère — a accompli dans des conditions que j'ignorerai toujours comme il les ignorera lui-même l'action la plus brutale, s'il doit parvenir par le chemin douloureux que son âme aura nécessairement à parcourir à un état intérieur d'une beauté morale qu'il n'aurait jamais pensé atteindre, dont il n'avait jamais eu la plus lointaine idée ? Cette action brutale accomplie dans des conditions nébuleuses n'est-elle pas un bienfait si elle permet à cet être d'atteindre un point encore jamais rejoint sur la courbe ascendante de son évolution ? La justice humaine ne devrait, dans aucun cas, appliquer la peine capitale, car elle interdit au coupable de gravir la merveilleuse et lumineuse route de la résurrection spirituelle. Il se peut que le coupable ne connaisse jamais cette lumineuse résurrection, il se peut que son âme ne parvienne jamais à cet état supérieur, mais la justice humaine ne saurait priver le coupable des possibilités qu'il possède d'atteindre à cet état ; et qui nous dit qu'il ne l'atteindra pas, ne fût-ce qu'un instant, avant de mourir à *son* heure ?

L'être qui n'a jamais commis un acte de faiblesse a-t-il pu s'élever ? Le tracé de l'ascension spirituelle

est-il représenté par une droite verticale ou par une ligne brisée ? Chaque point de cette ligne brisée ne marque-t-il pas un état que le sujet a atteint duquel part une ligne nouvelle formant avec la précédente un angle qui pourra être chaque fois différent ? L'angle sera droit, obtus ou aigu selon que l'être se sera maintenu au même niveau, se sera élevé ou abaissé, s'approchant ou s'éloignant de la sorte du point invisible auquel tous les êtres doivent tendre inlassablement.

C'est en considérant l'effet mental et spirituel d'une cause ou action humaine que se fera la véritable mise au point des événements du plan terrestre. Chaque événement possède en lui une accumulation de forces qui, en se dégageant, amèneront l'être et parfois aussi indirectement les êtres vers un état ou des états qui modifieront nécessairement la densité spirituelle et mentale de l'être ou des êtres. Si nous pouvions connaître l'effet mental et spirituel d'un geste humain au moment où il se vérifie, nous aurions transposé sur un régistre nouveau la valeur de ce geste, nous en aurions en quelque sorte extrait l'essence et il nous serait alors possible de le voir sous sa forme véritable. Si je possédais le pouvoir de considérer, dès aujourd'hui, le reflet du geste que la vie, aujourd'hui, m'impose, comme il m'est donné de suivre sur la nappe d'eau tranquille de l'étang le reflet d'un des hauts peupliers qui le bordent, je saurais, dès aujourd'hui, la valeur exacte de mon geste, et, d'après sa valeur, si je dois l'accomplir ou m'y soustraire. En réfléchissant bien, il me semble qu'une semblable juste évaluation ne doit pas nous être totalement interdite. S'il nous était permis — et je crois que certains êtres doivent posséder, quoiqu'en nombre très restreint, ce don d'auto-clairvoyance — en rentrant quelques instants dans notre ombre afin de permettre

au sens interne de fonctionner, s'il nous était permis dis-je, de scruter ainsi l'horizon spirituel de notre âme, nous parviendrions à diriger notre vie vers sa forme la plus haute et la plus pure. Cela ne veut pas dire que nous éviterions le geste qui nous procurera une souffrance ou des souffrances physiques ou morales, ou les deux ; nous n'éviterions au contraire que le geste qui nous amènerait à un état ne répondant pas aux nécessités supérieures de notre évolution spirituelle et, de ce fait, inutile ou nuisible. Ainsi ce don de transposition clairvoyante nous permettrait de diriger notre propre âme supérieure vers ce point invisible et lointain que nous savons devoir atteindre.

Je sais que ceci peut sembler, en première lecture, appartenir au domaine de la fantaisie, mais en étudiant, même superficiellement, la biographie d'êtres qui ont vécu et qui appartiennent à l'histoire de notre monde, ne trouvons-nous pas un nombre assez grand de ces personnalités qui ont accompli les gestes qui devaient les perdre — au sens humain du mot — mais qu'elles ont néanmoins accomplis sachant que ces gestes allaient leur ouvrir les portes que ces gestes seuls pouvaient ouvrir ? Tous les martyrs de la foi, tous les martyrs de l'idée, tous les martyrs de l'amour n'ont-ils pas ouvert consciemment leur porte étroite par la souffrance et par la mort ? Ils auraient pu s'abtenir de leur profession de foi, ils auraient pu baillonner la parole qui affirmait l'idée, ils auraient pu refouler en eux la voix de leur amour, mais une pensée bien plus forte et plus claire que toutes les pensées humaines chantait dans leur âme : ils savaient que c'était la voix de la vérité, *de leur vérité* — car chacun possède sa vérité à laquelle il ne saurait désobéir, — et la vue de cette vérité pour eux plus ra-

dieuse que tout l'univers les isolait du monde terrestre et tangible.

L'état de clairvoyance absolue qui a permis à ces personnalités de voir, transposé sur le plan spirituel, leur acte d'héroïsme — pour employer une parole terrestre,— cet état de clairvoyance, nous pouvons le considérer également possible dans des conditions moins graves de notre vie, dans des conditions moins impérieuses, en tenant les yeux fixés — les yeux de notre sens interne — sur le point où doit étinceler notre vérité propre, et ce point où doit résider notre vérité propre ne peut être découvert que par le développement du sens intérieur qui seul peut nous indiquer le chemin de notre évolution spirituelle et nous savons que le développement du sens interne s'acquiert par l'exercice de la pensée.

Les actions si différentes de la nature des êtres qui les ont accomplies qu'elles paraissent l'avoir été par d'autres et qui se sont imposées à eux d'une façon souveraine, n'auraient-elles pas été accomplies par ces mêmes êtres s'ils avaient pu se rendre compte de l'importance spirituelle de ces actions et de l'état supérieur qu'elles allaient engendrer en eux ? Quels sont *ces autres* qui s'imposent parfois à notre volonté ? *Qui* a donc obligé l'être doux et patient de se rendre coupable d'un acte brutal ? *Qui* a contraint l'homme fort à commettre un geste de faiblesse ou de malléabilité morale ? Si ces êtres avaient connu leur vérité propre auraient-ils cédé à une volonté qui s'est montrée plus forte que la leur ? Si cette vérité leur avait été connue, en concentrant leur sens interne dans l'ombre pour mieux y découvrir le point lumineux indiquant l'état auquel leur destinée spirituelle devait tendre, et si ce point avait été fixé avec la ténacité de ceux qui combattent pour leur vérité et leur foi, il est cer-

tain que, jugeant et sachant, l'acte eut été accompli ou non selon qu'il était susceptible ou non de les conduire à l'état supérieur ou nécessaire.

Quelle humanité vraiment divine que celle composée d'êtres sachant tous *où ils doivent aller*, connaissant tous la destinée de leur âme, sachant jusqu'à quel degré de l'échelle spirituelle ils pourront, dès cette vie, s'élever, se dirigeant avec une sublime certitude à travers les aspérités de la route ! Quel merveilleux spectacle offert par ces êtres recherchant ou acceptant les souffrances du corps et de l'esprit parce que appropriées à la nature de leur âme ; faisant le geste vraiment nécessaire avec cette lumineuse clarté que possède celui qui accomplit un devoir supérieur en vue d'une beauté supérieure ; et cette grande marche douloureuse d'une humanité consciente ; et toute la beauté spirituelle exhalée de cette douleur, acceptée avec joie ou volontairement recherchée, non pour une sensation maladive humaine, mais pour les fins supérieures de chaque être et de la Multitude !... Quelle radieuse Ascension de toutes les âmes ! Celui qui n'aurait fait qu'entr'apercevoir cette grande marche spirituelle saurait-il désormais juger exclusivement le geste qui n'est que matière, indépendamment de l'état qui n'est qu'esprit, car, de même que notre esprit a besoin du corps pour son évolution, de même l'action lui est nécessaire pour rejoindre l'état qui n'est qu'un point sur la gamme ascensionnelle de la vie de l'Esprit.

Ainsi donc, à la justice humaine l'Être supérieur — et qui dit être supérieur dit être clairvoyant — oppose la justice supérieure, car l'action, transposée sur le plan supérieur, y possède sa véritable valeur spirituelle : l'action est à l'état ce que le corps est à l'esprit. La contemplation de cette justice nouvelle

n'ouvre-t-elle pas les portes sur un horizon vraiment lumineux ? Ce que nous pensions être la justice jusqu'à ce jour pourrait-il résister aux rayons de cette clarté ? La Justice de l'Esprit ne voit et ne recherche que l'Esprit : elle est faite de compréhension, de charité et d'amour. La Justice ne peut être qu'Amour, car juger c'est comprendre, et comprendre c'est aimer du plus bel amour. Soyons sévères avec douceur : montrons sans nous lasser que les plus belles joies sont promises à ceux qui savent regarder en eux-mêmes, que le point le plus sombre paraît ne contenir que de l'ombre jusqu'à ce que l'œil, s'étant habitué à cette ombre, y découvre une lumière que la plus grande clarté ne saurait posséder et qui ne peut naître que de l'ombre.

La conception et l'application de cette Justice supérieure constituent le don le plus haut de l'Être supérieur, sublime mission accordée aux privilégiés qui, sachant voir *au-delà*, peuvent diriger d'une main sûre ceux qui ne voient encore qu'*ici-bas*, véritables envoyés du Ciel faits pour conduire d'espace en espace les aveugles de la vie spirituelle.

Ainsi, l'être clairvoyant pose son regard spécial sur l'âme de ses frères, il transpose sur le plan supérieur la valeur de leurs actions et en dégage l'essence spirituelle ; il leur apporte la clarté de sa vue et les aide à scruter l'ombre qui les entoure ; il déroule lentement et progressivement devant eux le fuseau des lois et des rythmes éternels ; il montre à chacun le chemin qu'il doit suivre ; il sait regarder en lui comme il regarde les âmes et les pressent ; il se concentre sur le point le plus lumineux où réside sa vérité, et il se juge comme il juge son prochain. Celui qui s'habitue à être son propre juge sévère et clairvoyant développe ses facultés spirituelles et vit en contact avec la divinité.

Tels sont, en les résumant, les dons qui appartiennent à l'Être supérieur. Tel est son rôle fait de compréhension, de clairvoyance et d'amour. Au cours de sa vie terrestre tant d'âmes auront été comprises et aimées par cet esprit supérieur, tant de routes auront été éclairées par la lampe invisible de son regard ; il aura fortifié les faibles, il aura adouci les violents ; mais parmi toutes ces âmes comprises et éclairées, certaines auront possédé avec la sienne une plus grande affinité, et il les aura aimées d'une façon toute spéciale ; mais une seule se sera élevée au-dessus des plus belles : l'âme de l'élue. L'œuvre terrestre de l'être supérieur ne saurait être exclusivement spirituelle et morale : tout être a une mission terrestre à accomplir en tant qu'être terrestre, et cette mission sera d'autant plus importante pour l'humanité future que le degré d'évolution spirituelle de l'être sera plus élevé. Considérons un être supérieur formé, comme tout être, de la trinité de ses trois éléments que j'ai définis, dans mon chapitre sur la Pensée et la Volonté, la personnalité totale. Il se trouve à une heure de sa vie, au cours de laquelle il a déjà rencontré et étudié tant d'âmes, devant celle qui possède les trois éléments répondant tous trois à sa propre trinité. Voici deux êtres supérieurs face à face : ils se regardent (l'un regardera l'autre peut-être plus profondément) ; leur clairvoyance agira, leur don de transposition opérera et ils savent un beau jour que physiquement, mentalement, spirituellement leur affinité est parfaite ; ils savent que les deux corps éprouvent cette sympathie nécessaire à l'union belle et féconde de deux êtres, que leur développement mental leur permet de puiser aux divines joies que les œuvres de la nature, de la poésie, de la musique et de la pensée dispensent à ceux qui en sont dignes ; ils savent

que les deux esprits occupent sur l'échelle spirituelle deux échelons voisins qui correspondent à deux densités voisines : ils possèderont peut-être même — mais que cela est rare ! — la même densité. Oh ! lumineuse étincelle qui jaillit au contact de deux êtres à l'heure de la sublime révélation ! Ces deux esprits, issus peut-être de la même cellule divine, tendant à s'élever sans cesse vers la divine perfectibilité, se rencontrent, se comprennent ; ils savent tous deux *où ils vont*, et, les deux esprits n'étant qu'amour, l'Amour fusionnera en une seule les deux personnalités totales en attendant de fusionner en un seul, dans la vie future, leurs deux Esprits, alors que, s'élevant librement vers les sphères des espaces supérieurs, ils y occuperont la place qui correspondra à leur densité nouvelle.

Les plus grands penseurs, les prophètes, les fondateurs de religions ont tous été des solitaires. Pourquoi ? Ils ont ensemencé la terre de pensées belles et riches mais leur séjour eut été plus fécond si, s'étant rencontrés avec leur esprit jumeau, ils avaient légué à l'humanité future, en plus de la richesse de leurs pensées et des trésors de leurs méditations, le germe vivant, la cellule qui, issue de deux personnalités totales supérieures, eut été peut-être le commencement d'un monde nouveau, la naissance d'une race nouvelle. Leur fécondité spirituelle a été si grande et pourtant leur être, en tant qu'être humain, a été stérile. Pourquoi ? Ont-ils découvert leur propre densité dans la créature la plus belle ? L'ont-ils jamais cherchée ? Ont-ils cru que leur sublime mission les obligeait à la solitude terrestre, que leur voix devait seule franchir les espaces et que la parole était l'unique progéniture qui leur fût accordée. *Savaient-ils* ? Savaient-ils que les éléments masculin et féminin comme les deux pôles

du monde sont les deux pôles spirituels de la Vie, que deux principes ayant rejoint leur degré de fusion *doivent* fusionner ? Savaient-ils qu'en s'unissant deux êtres attirent à eux, par la loi éternelle d'aimantation, des Esprits répondant à leur densité, et que l'être dont l'Esprit est divin, ayant rencontré celui dont l'Esprit est également divin, les éléments masculin et féminin, en se fusionnant, doivent engendrer un être divin ? Avaient-ils conscience de l'immensité, de l'intégralité de leur mission ? Ont-ils souffert de leur solitude qui, de toutes les souffrances, est la plus profonde ? Sont-ils morts en pensant à leur tâche imparfaitement accomplie ? Qui pourrait pénétrer le mystère le plus caché de ces grandes âmes ! Mais nous qui croyons à la correspondance entre le terrestre et le Divin, nous qui savons que les espaces communiquent entre eux, que l'horizon de notre vie spirituelle s'élargit à mesure que le sens intérieur, au moyen de nos facultés mentales, acquiert un plus grand développement, nous qui avons la certitude de la Vie future dont cette vie peut être le commencement, nous osons dire qu'une race nouvelle et divine *peut* naître. Elle peut naître, constituée d'abord par quelques éléments isolés dont l'action terrestre, déployée selon la religion de l'être supérieur, fera évoluer les âmes et leur indiquera le chemin qu'il faut suivre pour atteindre à l'Être supérieur et clairvoyant lequel ne saurait représenter un point de stabilité, un état-limite, mais un état en mouvement encore et toujours perfectible. La Vie est mouvement, la Mort serait la négation de tout mouvement, mais la Mort n'existe pas.

J'ai déjà écrit que l'être en évoluant fait évoluer la race. Qui ne s'est senti parfois d'une autre race parmi tous ceux qui l'environnaient ? Qui, dans la

multitude, n'a pas souffert de son exil ? Quel désert nous a paru plus immense que celui créé parfois par certaines réunions d'êtres, et n'avons-nous pas alors cherché comme le voyageur brûlé par les sables ardents la source spirituelle où nous désaltérer ? Ceux qui devraient être le plus près de nous ne vivent-ils pas souvent dans une sphère spirituelle dont nous nous sentons séparés par des barrières qui nous semblent infranchissables ? Mais aussi quelle rare et bienfaisante joie celle accordée aux êtres qui sentent au premier contact que la partie la plus haute de leur personnalité baigne dans un rayonnement identique.

On ne saurait nier l'existence sur cette terre de races spirituelles différentes pas plus que nous ne pouvons nier l'existence d'espaces différents, et chaque race spirituelle occupe l'espace répondant à la densité des êtres qui la constituent.

La race nouvelle et divine doit naître ; je crois même que ceux qui en seront les premiers éléments sont nés déjà : on les connaîtra un jour, plus tard ; et je veux terminer ce livre sur l'Espace qui m'a permis, en partant des premiers principes géométriques, d'atteindre les cimes les plus lointaines de la Vie Spirituelle, par la phrase que j'ai citée dans la Préface et que j'adressais dans ma première lettre au savant, et qui fermera en quelque sorte le cercle de sept années de pensées et de méditations : « L'Être nouveau sera aussi différent de nous que nous sommes différents de l'homme quaternaire. »

5 septembre 1917 — 18, février 1919.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

La Géométrie

DEUXIÈME PARTIE

La Physiologie

TROISIÈME PARTIE

La Science interspatiale

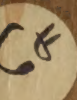


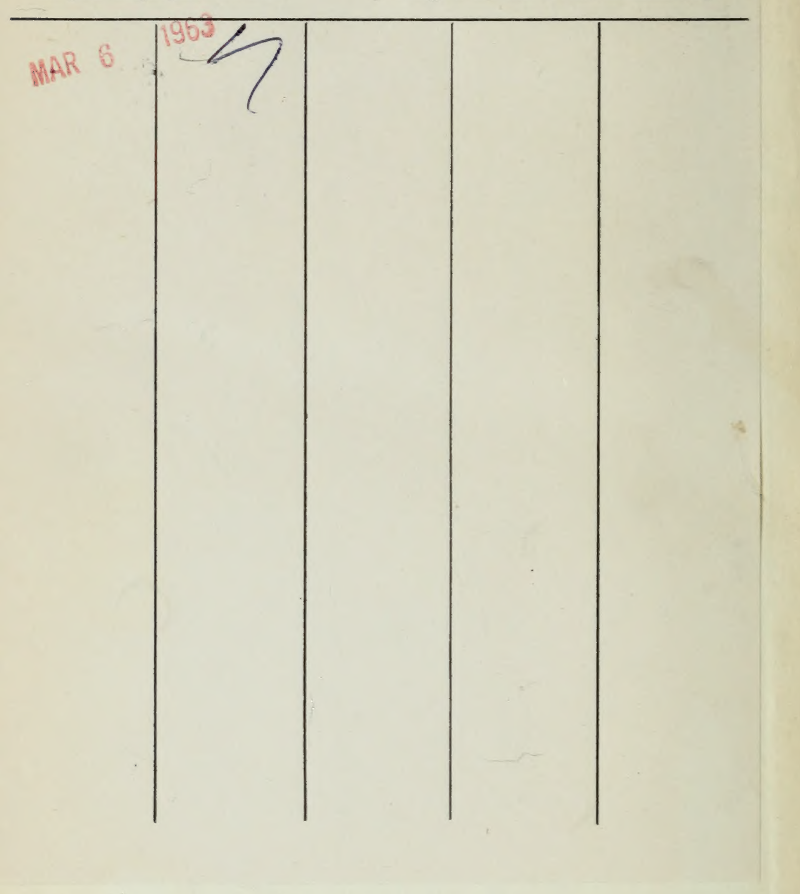
SAINT-AMAND (CHER). — IMPRIMERIE BUSSIÈRE.

LVAREZ
OLEDO

LE
BLÈME
DE
SPA E

PARIS
RAIRIE
X ALCAN
—
1920




MAR 6 1963